

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.

UNAN- MANAGUA

(R.U.R.D)

Facultad de Ciencias e Ingenierías.

Ingeniería Civil.



PROYECTO DE GRADUACIÓN

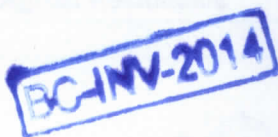
Título: Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua, con un periodo de diseño de Enero 2010 – Enero 2030.

ELABORADO POR:

- Br. Rafael Arturo Blandón Blandón. (05-04093-4)
- Br. María José Mejía Gómez. (05-04112-3)
- Br. Kenia Yahoska Barberena García (05-04126-4)

TUTOR: Ing. Wilber Javier Pérez Flores.

Managua, Junio 2011



ING
378.242
Bla
2011
C1

INDICE	Nº de pagina
Contenido	2
Agradecimientos	6
Dedicatorias	9
Resumen	12
Introducción	13
Antecedentes	15
Justificación	17
Objetivos	19
Capítulo I: Características Generales del Proyecto	20
1.1 Ubicación	21
1.2 Clima	22
1.3 Topografía	22
1.4 Recursos Naturales	23
1.5 Población	23
1.6 Situación Socio-Económica	24
1.7 Servicios públicos existentes	24
1.7.1 Agua Potable	24
1.7.2 Alcantarillado sanitario	24
1.7.3 Energía Eléctrica	24
1.7.4 Telecomunicaciones	25
1.7.5 Recolección de Basura	25
Capítulo II: Marco Teórico	26
2.1 Alcantarillado Sanitario	27
2.2 Consideraciones Básicas del Proyecto de Alcantarillado	28
2.2.1 Trabajo de Campo	30
2.2.2 Preparación de Planos y Perfiles	30
2.3 Criterios de Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario	31
2.3.1 Periodo de diseño	31
2.3.2 Proyección de Población	32
2.3.3 Caudales de Aguas Residuales	33
2.3.4 Coeficiente de Retorno	35
2.3.5 Factor Harmon	35
2.3. 6 Caudales de Diseño	36
2.3.7 Hidráulica de las Alcantarillas	39
2.3.8 Conexiones Domiciliares	42
2.3.9 Pozos de Visita Sanitarios (Pvs)	42
2.3.9.1 Características del Pozo De Visita	43
2.3.10 Dispositivos de Visita Cilindricos	45
2.4 Planta de Tratamiento	45
2.4.1 Aguas Residuales	47
2.4.1.1 Características de las Aguas Residuales	48
2.4.2 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	49
2.4.2.1 Pretratamiento	50

2.4.2.2 Tratamiento Secundario	53
2.4.2.3 Tratamiento Terciario O Pulimiento	55
2.4.2.3.1 Procesos en las lagunas de estabilización facultativas	57
2.4.2.4 Laguna de Maduración	59
2.4.2.5 Eliminación De Patógeno	60
2.4.2.5.1 Factores que influyen en la eliminación de patógenos en lagunas de maduración	60
2.4.3 Criterios de Diseño de la Planta de Tratamiento	64
2.4.3.1 Tratamiento Primario	64
2.4.3.2 Tratamiento Secundario	67
2.4.3.3 Tratamiento Terciario o Pulimiento	72
2.5 Tipo de Estudios Técnicos para el Diseño de la Red de Alcantarillado y planta de Tratamiento	76
2.6 Rentabilidad de Proyecto: Relación Beneficio/Costo	77
2.6.1 Relación Beneficio - Costo	78
2.6.2 El Análisis Beneficio Costo (B/C)	78
2.6.3 La Evaluación Social de Proyectos	80
2.6.4 Calculo de la Relación Beneficio Costo	83
2.6.4.1 Interpretación De El Resultado De La Relación Beneficio Costo	84
2.6.5 Viabilidades del Proyecto	85
2.7 Evaluación Impacto Ambiental y Leyes Ambientales	87
2.7.1 Instrumentos Ambientales del Sistema de Gestión Ambiental (SISGA) y Su Relación con el Marco Legal Nacional	90
2.7.2 Criterios de Evaluación Según la Clasificación del Proyecto	94
2.7.3 Descripción General del Área de Influencia del Proyecto	96
2.7.4 Procedimientos de evaluación para los proyectos de categoría II.	96
2.7.5 Identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto.	106
2.7.5.1 Impactos Que Habrían En La Etapa De Construcción	108
2.7.5.2 Impactos Que Habría En La Etapa De Operación	108
2.7.6 Pronóstico De La Calidad Ambiental	111
2.7.6.1 Criterios Generales para Realizar el Pronóstico de la Calidad	112
2.7.7 Plan De Mitigación De Los Impactos Ambientales	113
2.7.8 Plan de Contingencia ante los Riesgos a Desastres Naturales Y Antrópicos.	114
2.7.9 Requisitos técnicos ambientales específicos para proyectos de infraestructura tratamiento y depuración de aguas negras	115
2.7.10 Programa de Gestión Ambiental	123
2.7.10.1 Plan de Monitoreo del Proyecto	123
2.7.10.2 Plan de Seguimiento Ambiental	123
Capítulo III: Sistema de Alcantarillado Sanitario Propuesto	124
3.1 Resumen de los criterios técnicos adoptados	125
3.2 Estudio Poblacional	125
3.2.1 Población Actual	125
3.2.2 Población de Diseño	125
3.3 Trazado de Colectores	126
3.4 Memoria de Calculo	126

3.5 Calculos Hidraulicos	137
Capitulo IV: Planta de Tratamiento	147
4.1 Caracterización de las aguas residuales sin tratar	148
4.2 Memoria de Calculo de Planta de Tratamiento	148
4.2.1 Pretratamiento	148
4.2.1.1 Estructura de Entrada	148
4.2.1.2 Cribado y Separación de Sólidos	150
4.2.1.3 Desarenador	150
4.3 Medidor de Flujos	151
4.4 Tratamiento Secundario por medio de tanque Imhoff	153
4.5 Tratamiento Terciario o Pulimiento	158
Capitulo V Estudio Económico, Relación Beneficio- Costo	162
5.1 Análisis Beneficio – Costo (B/C)	163
5.1.1 Aspectos Tarifarios	163
5.1.1.1 Calculo de la Relación Beneficio costo del proyecto –	165
Capítulo VI: Evaluación de Impacto ambiental	166
6.1 Evaluación de Impacto ambiental	167
6.2 Descripción del Área de Influencia del Proyecto	168
6.2.1 Situación Ambiental del Área de Influencia	169
6.2.1.1 Medio Abiótico	169
6.2.1.2 Medio Biótico	171
6.3 Procedimientos de Evaluación para los Proyectos Categoría II	172
6.3.1. Calculo del Histograma para el Proyecto de AR y PTAR de San Pablo	172
6.3.1.1 Significado de la evaluación	175
6.4 Análisis Ambiental	175
6.4.1 Calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto o matriz causas a efectos Red de Alcantarillado y Sistema de aguas residuales en San Pablo	175
6.4.2 Identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto	177
6.4.2.1 Matriz de identificación de los impactos ambientales que genera el Proyecto en la Etapa de Construcción	177
6.4.2.2 Matriz de identificación de los impactos ambientales que genera el Proyecto en la Etapa de Operación	179
6.5 Valoración de los impactos del proyecto	180
6.5.1 Matriz de valoración de los impactos del proyecto	181
6.6 Pronostico de la Calidad Ambiental	182
6.7 Plan de mitigación de los impactos ambientales	182
6.7.1 Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de construcción	183
6.7.2 Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de Operación	184
6.8 Medidas Precautorias o Mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de Tuberías	185
6.8.1 Medidas de mitigación en el transporte / almacenamiento de	185
6.8.2 Medidas de prevención y seguridad ocupacional	186
6.9 Programa de Gestión Ambiental	187

6.9.1 Plan de monitoreo del proyecto	187
6.9.1.1 Plan de monitoreo del proyecto	188
6.9.2 Plan de seguimiento ambiental	188
Capítulo VII: Equipos y Mantenimiento	190
7.1 Generalidades	191
7.2 Equipos utilizados para mantenimiento	191
7.2.1 Equipos de varillas y roto sondas	191
7.2.2 Arrastradoras / Cargadoras de camión (malacates)	193
7.2.3 Bomba de humo (soplador)	193
7.2.4 Camiones hidro-vaciadores (vactor)	194
7.3 Mantenimiento del sistema de alcantarillado	197
7.3.1 Mantenimiento preventivo	197
7.3.2 Mantenimiento correctivo	198
7.3.3 Mantenimiento de emergencia	198
7.4 Mantenimiento y Equipo de Planta de Tratamiento	199
7.4.1 Personal de Trabajo	201
Capítulo IX: Conclusiones y Recomendaciones	202
9.1 Conclusiones	203
9.2 Recomendaciones	205
Bibliografía	206
Anexos	208
Encuesta Socioeconómica	209
Fotografías	213
Relaciones de Caudales	217
Presupuesto	223
Especificaciones técnicas	228
Impacto Ambiental	256
Planos	265

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso que me ha conservado con vida, con salud, que me dio inteligencia, y me ha guiado y cuidado hasta hoy.

A mi madre Luisa A. García Barrios por darme todo lo necesario para que concluyera una etapa más de mi formación integral, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin su ayuda.

A mi tío Roberto García Barrios por su disposición y ayuda brindada a través de sus conocimientos.

A todos mis amigos en especial a Herli Condega Hernández y Ariadna Méndez Arvizú por ayudarme a crecer, a madurar como persona y por estar siempre conmigo apoyándome en todas las circunstancias posibles.

A mis maestros gracias por el conocimiento, paciencia, simpatía y comprensión que me transmitieron a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi tutor Ing. Wilber Pérez Flores por ser paciente y guiarnos en la elaboración de este proyecto monográfico.

A los Ingenieros de ENACAL: Ing. Freddy Rodríguez, Félix Martínez, Ervin Barahona por su asesoría técnica en la realización y revisión de este trabajo, así mismo gracias por su apoyo y conocimientos brindados.

Kenia Y. Barberena García

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por hacer de mí una persona razonable y por ayudarme cada día a tratar de tomar las decisiones correctas

A mi Mama Luz Marina Blandón que a pesar de ser el único pilar económico de mi familia me apoyo económicamente toda mi carrera universitaria

Hermanas Flor de María y Maura Rosa Blandón por darme siempre su apoyo incondicional tanto económico como moral

A mi Tío Arnulfo Pino (qepd) por darme un techo cuando más lo necesite en el transcurso de mi carrera.

A la institución de ENACAL principalmente a la Lic. Ruth Selma Herrera a los Ing. Freddy Rodríguez, Félix Martínez, Ervin Barahona por su asesoría técnica

A mis compañeras de tesis Mache y Kenia por ayudarme a concluir este trabajo

A la familia Mejía Gómez por darme un impulso para la realización de mi tesis

A mis amigos Hebert Paz y Edgardo Paiz por su ayuda especialmente en la parte topográfica de este trabajo

A mi tutor de tesis, Ing. Wilbert Pérez por su colaboración en la elaboración de mi trabajo monográfico

Al departamento de Becas de la UNAN Managua especialmente al Lic. Gerardo Mendoza

Rafael Arturo Blandón Blandón

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por todo su apoyo en mi formación profesional.

A nuestro tutor Ing. Wilber Pérez; a nuestros asesores en ENACAL Ing. Ervin Barahona, Ing. Freddy Rodríguez e Ing. Félix Martínez, por habernos brindado todos los conocimientos y herramientas para la realización de este proyecto.

Y a todos los maestros que tuve en mi vida desde quien me enseñó aritmética en primaria hasta todos los que me formaron como ingeniera, todo lo que he aprendido fue gracias a ellos.

También a mis compañeros de trabajo Rafael y Kenia; sin ellos dos este proyecto no se habría realizado, gracias chicos por su paciencia y perseverancia.

María José Mejía Gómez.

DEDICATORIAS

A Dios

Por llenar mi vida de dicha y bendiciones, por darme el conocimiento, sabiduría y fortaleza para poder obtener este logro.

A mis Abuelos

Por estar siempre alentándome y aconsejándome y en especial a Humberto García Yesca (q.e.p.d) por ser como un padre para mí; principalmente eres mi fuente de inspiración y te dedico esta tesis con todo mi corazón.

A mis Padres

Por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor; por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.

A mis Hermanas

Francela y Soraya gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho y espero ser un ejemplo digno de ustedes.

A mis Tíos

Roberto, Manuel, Victoria por darme todo el cariño y ser como padres para mí los quiero mucho.

A mis Primos

Quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes pero son muchos, pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno, a todo los quiero y mas que mis primos son mis amigos.

A mi novio

Lenin Núñez Mercado por el apoyo que me has dado para continuar y seguir con mi camino, por estar conmigo en todo y animarme para seguir adelante.

A mis Amigos

Herli Condega, Ariadna Méndez, Rafael Blandón y María José Mejía muchas gracias por su simpatía y amistad, por sus bromas que cada día le daban un matiz cálido a nuestra vida estudiantil.

Kenia Y. Barberena García

DEDICATORIAS

Dios primeramente por darme la inteligencia y el entendimiento para poder sentarme en un salón universitario y comprender lo que los profesores me instruían.

A mi Mama Luz Marina Blandón por apoyarme toda mi vida y por ser un ejemplo para mi, mostrándome de que solo hace falta disposición y entrega para triunfar en la vida

A mis hermanas Flor de María y Maura Rosa Blandón, 2 mujeres con tanta tenacidad y fortaleza que día a día me enseña a admirar y respetar más al género femenino.

A mi abuela Maura Blandón por todos sus consejos de cómo ser una buena persona y por el cariño que me dio desde que tengo uso de razón

Rafael Arturo Blandón Blandón

DEDICATORIAS

Dedico este proyecto primeramente a mis padres: Ramón Mejía y Ma. Lourdes Gómez, fueron los primeros maestros que tuve y siempre tendré.

Papucho gracias por enseñarme a amar la ciencia y por supuesto a la ingeniería civil, sos mi mentor y el mejor ingeniero que conozco.

Madre bella gracias por enseñarme que todo tiene un orden y espacio, por mostrarme la maravilla de las letras, la metodología y el arte de las relaciones humanas.

Ustedes me enseñaron que puedo conquistar el mundo siempre y cuando ponga todo mi empeño, soy una persona muy privilegiada porque los tengo a ustedes los mejores padres, los amo mis viejos.

Y por supuesto también se lo dedico a mi querida hermanita Ilse Mejía, siempre me mostro cual era el mejor camino a tomar y me enseñaste que las mejores cosas son las que más cuestan. Te adoro hermanita.

María José Mejía Gómez.

RESUMEN

El proyecto de alcantarillado y Planta de Tratamiento de la Comunidad de “San Pablo”, tiene como objetivo principal mejorar las condiciones sanitarias de los pobladores mediante la recolección, conducción y tratamiento de las aguas servidas domésticas. La Comunidad esta ubicada a 2.5 km de San Rafael del Sur Municipio de Managua; la población a beneficiar para el año 2010 partiendo del último censo del INEC2005 es de 2,390 habitantes distribuidos en 398 viviendas.

Para llevar a cabo la elaboración del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se realizó una encuesta a la poblacional en la Comunidad con el fin de conocer las condiciones en que se encuentra, la población y las consecuencias originadas por la ausencia de un servicio drenaje sanitario.

El diseño del RAS está constituido por la instalación de 7985.47 metros lineales de tubería de 6 pulgadas (150 mm) de diámetro (PVC), 89 pozos de Visita y 398 Conexiones Domiciliares.

Este documento contiene, la información general del área en estudio, los principales criterios utilizados en el diseño de la red y planta de tratamiento, así como esquemas de ubicación o micro localización de la Comunidad.

El sistema de tratamiento estará dividido en cuatro etapas: Pretratamiento, Tratamientos primarios, Tratamiento secundario y Tratamiento de pulimiento o maduración.

El Costo total del proyecto asciende a la suma de **US\$2,079,098.96**, equivalentes a **C\$ 45,740,177.13**, significativo como precio de venta del proyecto. La operación y mantenimiento de las obras una vez finalizadas estarán a cargo de ENACAL, la cual mediante las normas tarifarias vigentes cobrará el servicio de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCION

La localidad de San Pablo se encuentra a 2.5km de la entrada del municipio al que pertenece, San Rafael del Sur, el cual está situado en el sector suroeste del departamento de Managua, capital de la república. San Rafael del Sur Posee una extensión territorial de 375Km.² y una población actual proyectada de 45,231 habitantes. Y una densidad poblacional de 121 hab/Km².

Los límites de la localidad son los siguientes: Al Norte: con la comunidad de San Antonio; al Sur: con la comunidad de Los Gutiérrez Sur; al Este: la comunidad de los Angulos; al Oeste: con el Reparto Chorotega.

El sistema de saneamiento de la Comunidad de San Pablo cuenta con instalaciones de red de Agua potable, del cual se abastece a un gran porcentaje de la población; en el caso de los sistemas de Alcantarillado Sanitario, no existe ningún sistema instalado. Esto marca un alto déficit del sistema de saneamiento, debido a que la ausencia de este sistema hace que las condiciones ambientales y de salubridad sean precarias, causando contaminación al medio ambiente y proliferación de enfermedades con tendencias endémicas tales como infecciones digestivas, alergias, dengue, etc. Principalmente en las personas de la tercera edad y en niños por la presencia de insectos y vectores; aguas estancadas en las calles, contacto directo con excretas y la contaminación latente de las aguas subterráneas por el uso de sumideros inadecuados.

La importancia del proyecto para esta comunidad es de gran envergadura, ya que se reduciría el índice de enfermedades, el grado de contaminación del Rio San Pablo descendería representativamente, mejoraría la calidad de vida y las condiciones higiénicas en las que se vive actualmente, y en adición, la estética de la localidad en sí mejoraría bastante eliminando las aguas estancadas de las calles y patios de las casas.

El Objetivo del proyecto es proponer un diseño de un alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento, para erradicar el déficit en el sistema de saneamiento de esta localidad y de esta forma lograr disminuir la contaminación y los problemas de salud que genera el mismo, así alcanzar una buena calidad de vida y contribuir con el desarrollo de la comunidad.

ANTECEDENTES

San Pablo es, una pequeña población resultado del constante intercambio comercial de productos y la presencia de minas de piedras caliza, yeso y cantera. Esta pequeña comunidad requiere un sistema sanitario que permita a la población tener mejores condiciones de salud.

Dentro de la problemática de saneamiento básico de las comunidades, tiene una enorme importancia el suministro de agua potable y la recolección de las aguas residuales. Cualquier población, por pequeña que sea, deberá contar como mínimo con los servicios de acueducto y alcantarillado sanitario, si se espera de ella un desarrollo social y económico, y ante todo, una reducción de las altas tasas de morbilidad y mortalidad en especial dentro de la población infantil.

La comunidad de San Pablo no dispone de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas negras. De este modo, la contaminación ambiental se ha convertido en un problema de dimensiones importantes, aumentando los riesgos para la salud. Los proyectos de aguas, dependen de la información demográfica, hidrológica, geodésica y geológica que pueda tenerse al alcance, obtenidas a través de décadas de ordenada observación, registro y análisis sistemático.

La necesidad de un Alcantarillado Sanitario y una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (AS y PTAR), surge primordialmente por los problemas de salubridad que ocasiona la incorrecta deposición de excretas y los problemas ambientales que surgen como efecto colateral; de igual forma, por el uso de letrinas y sumideros que contaminan las aguas subterráneas y el Río San Pablo que se encuentra en esta Comunidad, poniendo en riesgo la calidad del agua que consume la población y contaminando el medio ambiente y dicho río que es utilizado para distintas actividades tales como lavar, recreación, riego y hasta consumo en algunos casos.

Esto se debe a que las letrinas y sumideros son los únicos sistemas accesibles económicamente para la población y cada habitante se busca acceso a estos sistemas de forma empírica, es decir, solo construyen lo que creen necesitan, sin ningún respaldo técnico. Y a la vez la misma situación económica en el país impide el desarrollo de estos proyectos de forma permanente, obligando a ENACAL a mantener como prioridad a desarrollar las cabeceras departamentales dejando a un lado a las comunidades como San Pablo.

JUSTIFICACION

La red de Alcantarillado Sanitario con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se considera un servicio básico, sin embargo la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo como Nicaragua es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera trascendentales problemas sanitarios y ambientales.

Ante la problemática que genera el déficit del A.S y P.T.A.R tales como, la proliferación de enfermedades, el mal aspecto de la localidad, la contaminación del medio ambiente, y del manto acuífero; se pretende obtener con la realización de un diseño de A.S y P.T.A.R, brindar a la comunidad un proyecto que vendría a completar el sistema de saneamiento de forma adecuada, eliminando el uso de letrinas y sumideros conectando a todas las viviendas del casco urbano al sistema del A.S y P.T.A.R, así mismo la población no incurriría en gastos periódicos para dar mantenimiento a sumideros y letrinas.

Con la instalación de este sistema, las condiciones ambientales se transformarían, eliminando las aguas estancadas de las calles y los patios de las casas, el contacto directo con las excretas humanas por el uso de letrina, la contaminación del manto acuífero por el uso de sumideros inadecuados.

De esta forma la población se verá menos vulnerable ante las enfermedades endémicas; el municipio tendrá un mejor aspecto ante los visitantes; se protegerá el manto acuífero y con el diseño de la P.T.A.R se trataran las aguas de tal forma que el efluente no contamine el cuerpo receptor el río San Pablo en este caso.

Se lograría que el municipio de San Pablo, tenga un sistema de saneamiento completo que proteja el medio ambiente y la calidad de vida de la población vaya en crecimiento.

De igual manera dentro del completamiento adecuado de un sistema de saneamiento moderno siempre ha estado en primer lugar el abastecimiento de

agua potable dejando en segundo plano los sistemas de alcantarillados sanitarios;
lo que ha causado un desarrollo desordenado y de riesgo en las comunidades

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar de un sistema de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar las condiciones de saneamiento en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur en el periodo de Enero – Julio 2010.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las condiciones actuales del sistema de saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de San Pablo.
2. Realizar estudios poblacionales, topográficos, hidrogeológicos, hidrológicos y económicos pertinentes para la realización de un diseño.
3. Manejar criterios técnicos de diseño del Alcantarillado Sanitario y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (A.S y PTAR) según las normas de INAA.
4. Determinar por medio de un estudio Económico utilizando una relación beneficio costo la rentabilidad del proyecto.
5. Realizar el estudio de impacto ambiental en las calles y áreas verdes por la instalación de un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Capítulo I:

Características Generales del Proyecto

1.1. Ubicación

Macro Localización Del Sitio

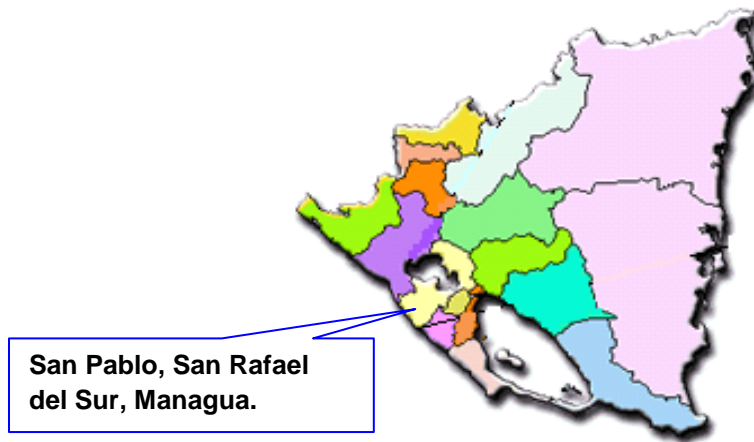


Figura 1. Mapa de Nicaragua

Fuente: Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER), 2010.

Micro Localización de Sitio

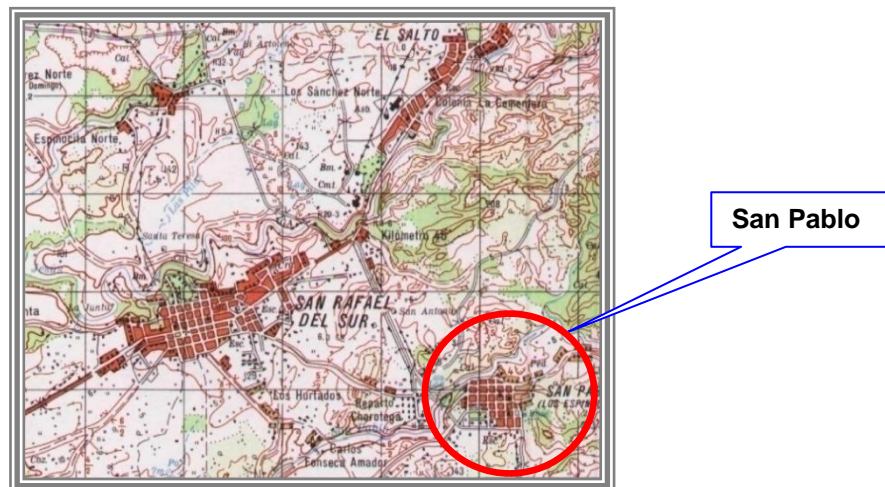


Figura 2. Recorte mapa geodésico San Rafael del Sur, cuadrante 2951- IV.

Fuente: Instituto Nicaragüense de estudios territoriales (INETER), (1988).

La localidad de San Pablo se encuentra a 2.5km de la entrada del municipio al que pertenece, San Rafael del Sur, el cual está situado en el sector suroeste del departamento de Managua, capital de la república. San Rafael del Sur Posee una extensión territorial de 375Km.² y una población actual proyectada de 45,231 habitantes. Y una densidad poblacional de 121 hab/Km².

Los límites de la localidad son los siguientes: Al Norte: con la comunidad de San Antonio; al Sur: con la comunidad de Los Gutiérrez Sur; al Este: la comunidad de los Ángulos; al Oeste: con el Reparto Chorotega.

1.2. Clima

El clima de la localidad se caracteriza como Sabana Tropical cálido y seco, por encontrarse en una zona costera. La temperatura oscila entre los 27.5°C y 28°C en las costas del pacífico. Las precipitaciones registradas varían entre los 1,250mm y 1,300mm, siendo 1,250mm en la parte norte y 1,300 en áreas cercanas al mar; la humedad relativa presenta un 65-84%, con una evaporación de 194.74mm. El período más caluroso ocurre desde Marzo hasta Mayo y frescos desde Noviembre hasta Febrero, por otra parte los meses lluviosos ocurren desde Mayo hasta Octubre. La velocidad media del viento alcanza valores entre los 2.7 y 5.3m/s, con un promedio anual de 4.0m/s, y una dirección predominante del Este- Sureste, el clima varía de Sabana Sub-Tropical, a media que se asciendo a las Sierras de Managua. (Alcaldía Municipal, 2000, p. 5)¹

1.3 Topografía

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se contó con la información del relieve suministrada por el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de la Comunidad de San Pablo. En donde se pudo observar que la topografía es de tipo plana regular con ondulaciones ligeras. Aumentando las ondulaciones en la parte Este del pueblo y existen pendientes de hasta un 9.00 %.

¹ Alcaldía municipal San Rafael del Sur (2000). *Ficha Municipal*. Managua, Nicaragua.

1.4 Recursos Naturales

El principal recurso de la Comunidad de San Pablo es el río de su mismo nombre, este río nace en las montañas al Noreste de la comunidad, se encuentra bordeando el costado oeste del poblado y continúa su curso hacia el suroeste. El río San Pablo se encuentra rodeado de un bosque de galería, recurso que mantiene el caudal del río y alberga una amplia variedad de Flora y Fauna.

1.5 Población

La población actual del municipio se definió en base a los datos poblacionales correspondientes a los censos realizados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)², del año 1995 y 2005. Aplicándose métodos estadísticos de proyección poblacional en este caso se usó el método geométrico. Obteniéndose una Población actual de 2,390 habitantes (Ver tabla No.1).

Tabla 1

Población de San Pablo Según los últimos dos censos de población y su proyección actual.

FUENTE	AÑO	NUMERO DE HABITANTES
INIDE	1995	1,933
	2005	2,229
Proyección con un índice de crecimiento de 1.4%	2010	2,390

Fuente: Censo de población Nacional 1995 y 2005.

² Instituto Nacional de Información de Desarrollo (1995,2005) *Censos nacionales de población y vivienda. Nicaragua.*

1.6 Situación Socio Económica

Para conocer la situación económica de la población de San Pablo se utilizó el formato de encuesta socioeconómica de ENACAL, como instrumento de recopilación de información. Ver resultados de encuesta en anexos.

De la población adulta, aproximadamente un 38% trabaja. lo cual indica que existe un ingreso estable mensualmente.

En relación a los materiales con los cuales están constituidas las viviendas, se determinó lo siguiente: el 57% de las viviendas poseen techos de zinc, el 41% de Nicalit y el 2% de otro tipo.

1.7 Servicios Públicos Existentes

1.7.1 Agua Potable

De acuerdo a la encuesta el 86% de la población cuenta con conexión de agua potable, y el otro 14% tiene acceso a este servicio vía vecinos o pozos artesanales.

1.7.2 Alcantarillado Sanitario

La Población no cuenta con servicio de alcantarillado sanitario, por lo que se utilizan letrinas o pozos de absorción para los inodoros. La mayoría de las calles son sin revestimiento, salvo la entrada de la localidad y las calles que bordean el centro del poblado.

1.7.3 Energía Eléctrica

La Comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica, con una cobertura del 100 % según las encuestas.

1.7.4 Telecomunicaciones

El municipio no cuenta con servicios de telefonía fija, pero si cuenta con cobertura de telefonía celular.

1.7.5 Recolección de Basura

La Alcaldía de San Rafael del Sur le brinda a la Comunidad el servicio de recolección de basura de manera periódica durante la semana. El 100% de la población se beneficia de este servicio.

Capítulo II:

Marco Teorico

2.1 Alcantarillado Sanitario

SISTEMA DE SANEAMIENTO: El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural

ALCANTARILLADOS: El sistema de alcantarillado está formado por las tuberías de recolección que conducen las aguas residuales a una planta de tratamiento, donde a través de un proceso el agua usada de la comunidad es tratada para devolverla al ambiente sin causarle daño. El tipo de alcantarillado a usar depende de las características, tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.

COLECTORES TERCIARIOS: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno), que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias;

COLECTORES SECUNDARIOS: Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterrados, en las vías públicas.

COLECTORES PRINCIPALES: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

La red de alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema. Entre otras, se puede mencionar las siguientes:

- Pozos de inspección.
- Cámaras de caída.
- Conexiones domiciliarias.

POZOS DE INSPECCIÓN: Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

CONEXIONES DOMICILIARES: Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.

ESTACIONES DE BOMBEO: Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.

LÍNEAS DE IMPULSIÓN: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

CONTENIDOS DAÑINOS AL ALCANTARILLADO:

Ácidos volátiles ($\text{pH} < 6.5$) y lejías fuertes ($\text{pH} > 8.5$); Sales en concentración importante; Materias muy tóxicas; Aceites y grasas; Gases peligrosos y explosivos; Materias nauseabundas; Gérmenes infecciosos; Materias flotantes y materias de decantación gruesas; Materias radiactivas; Temperatura alta.

2.2 Consideraciones Básicas de los proyectos de Alcantarillado.

El proyecto de una red de alcantarillado sanitario implica:

- La estimación de los caudales de agua residual del proyecto y la evaluación de las condiciones locales que puedan influir sobre el funcionamiento hidráulico de la red.
- La selección de la formula a utilizar en el dimensionamiento, de los materiales a emplear en las alcantarillas, de los tamaños mínimos, de las velocidades máximas y mínimas permisibles y de las pendientes.
- La evaluación de trazados alternativos, del empleo de alcantarillas con trazado en curva, la selección de las instalaciones complementarias adecuadas y ventilación de la red.

Antes de iniciar el diseño de un sistema de alcantarillado, se debe tener un buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente es necesario proceder con una investigación, de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales se requiere de una serie de criterios que sirvan de guía al diseñador, para obtener como resultado un proyecto sin complejidades, aun costo razonable y fácil de operar y conservar.

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el proyecto y explotación de las infraestructuras, tanto de recolección como de tratamiento y evacuación de las aguas residuales, así como para la gestión de la calidad del medio ambiente.

Es aconsejable efectuar un estudio lo más completo posible de la zona en cuestión, solo para obtener dato necesarios para el proyecto y posterior

construcción, sino también para obtener un conocimiento de las condiciones locales antes de iniciar la fase de construcción.

2.2.1. Trabajo de Campo

Si no se dispone de planos adecuados será preciso proceder a su levantamiento. El grado precisión requerido depende de la característica del proyecto. Los trabajos topográficos deben incluir la situación de calle, líneas de ferrocarril, parques públicos, estanques, ríos, desagües y drenaje y todos los detalles y estructuras que pueden influir y quedar afectadas por la red de alcantarillado.

Deberá establecerse un sistema preciso completo y permanente de niveles de referencia en toda la zona servida por la red de alcantarillado de proyecto. Se levantarán perfiles longitudinales de todas las calles y si las pendientes existentes y las establecidas fueran diferentes, será necesario obtener mayor información sobre las últimas. Otras veces será necesario hacer un levantamiento para obtener un plano de curvas de nivel de separación variable según la configuración del terreno.

Es suficiente con disponer de las cotas de la superficie de las calles en los puntos de intersección, los puntos altos y bajos y en los cambios de rasantes, razón por la cual no es necesario disponer de curvas de nivel.

2.2.2 Preparación de planos y perfiles

La preparación de planos y perfiles preliminares deberá comenzar tan pronto como sea posible durante la ejecución de los trabajos de campo. Por lo general los planos a escala 1:2500 son suficientes para mostrar los datos al nivel de detalle

necesario para el anteproyecto pero cuando existan muchas estructuras subterráneas se puede precisar escalas de 1:500 o menores.

En los perfiles longitudinales, deben señalarse las cotas de los ejes de las calles a distancias de 15 m aproximadamente y en todos los puntos en que haya cambios bruscos de la pendiente. Las curvas de nivel, cuando estén disponible, deberán representarse con separación de 0.5 m. Deberán señalarse los puntos altos de las calles y los puntos bajos o depresiones, dando sus cotas al centímetro.

2.3 Criterios de Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario

2.3.1 Periodo de Diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles son las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema.

Tabla 2

Período de Diseño Económico para la Estructuras de los Sistemas

TIPO DE ESTRUCTURAS	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	PERÍODO DE DISEÑO/AÑOS
Colectores principales Emisarios de descarga	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Tuberías secundarias hasta ϕ 375 mm		25 o más
Plantas de tratamiento de aguas servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir.	10 a 25
Edificaciones y estructuras de concreto.		50
Equipos de bombeo: a) De gran tamaño. b) Normales		15 a 25 10 a 15

Nota. Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. IV-1)

2.3.2 Proyección de Población

Según las Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales ((INAA), 2005, pp. II-2)³

El método de crecimiento geométrico es el más aplicable a ciudades que no han alcanzado su máximo desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija; es el de mayor uso en Nicaragua.

Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

1. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
2. Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
3. Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
 - No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

La fórmula empleada para la proyección de la población es la siguiente:

$$Ec. \# 1 \quad P_n = P_0(1+r)^n$$

Donde:

P_n = Población al cabo de “n” años.

P_0 = Población actual

n = número de años a los que se proyecta la población

r = Incremento geométrico anual

³ Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (2005). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales*. Managua, Nicaragua..

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección, bombeo, tratamiento y evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

FUENTES DE INFORMACIÓN.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes:

El INIDE, el cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1963, 1971 y 1995. El INIDE además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país. Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el MINSA.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento del INIDE. También se puede proyectar la población considerando el número de viviendas, lotes de saturación y número de habitantes por vivienda.

2.3.3 Caudales De Aguas Residuales

CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño de la red de alcantarillado será estimado sobre la base del consumo de agua potable, considerando:

- Caudal máximo de aguas servidas domésticas.
- El promedio de los datos de consumo de agua potable de los últimos años en m³/mes (realizando su conversión correspondiente a lts/persona/día, en donde se considerará el número de conexiones y el índice habitacional).
- La dotación correspondiente a la población específica. (obtenida de la tabla 3-2 de la “Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales”, preparado por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)).
- Descargas especiales representadas por el aporte de los demás consumidores comerciales, públicos e industriales.
- Aguas de infiltración en la ciudad debido a la capa freática y a las aguas pluviales.

CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS:

El punto de partida para la cuantificación de este aporte es el caudal medio diario, el cual se define como la contribución durante un período de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año.

El aporte medio diario se expresa como:

$$Ec. \# 2 \quad Q = \frac{CR * Dotacion * P}{86,400}$$

Donde:

Q= Caudal de aguas residuales domésticas, lt/seg

CR= Coeficiente de retorno (80%)

Dotación= Dotación de agua potable, lts/hab/día

P= Población de diseño, hab

2.3.4 Coeficiente de Retorno

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Este coeficiente toma en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, por razón de sus múltiples usos. Este porcentaje llamado “coeficiente de retorno” estadísticamente fluctúa entre 65% y 85% (en Nicaragua se adopta un valor de 80%).

2.3.5 Factor Harmon

La relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario se denomina “coeficiente de flujo máximo”. Este coeficiente varía de acuerdo a los mismos factores que influye en la variación de los caudales de abastecimiento de agua (clima, patrón de vida, hábitos, etc.), pero es afectado en menor intensidad, en función al porcentaje de agua suministrada que retorna a las alcantarillas y al efecto regulador del flujo a lo largo de los conductos de alcantarillado, que tiende a disminuir los caudales máximos y a elevar los mínimos.

2.3.6 Caudales de Diseño

CONSUMO DE AGUA POTABLE

De las “Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua” publicado por INAA en el 2000 **para el sector rural** se tiene las siguientes dotaciones:

Se deberán usar las dotaciones señaladas en la siguiente Tabla:

Tabla - 3

DOTACIONES DE AGUA	
Rango de población	Dotación L/hab/día
0 - 5,000	75
5,000 - 10,000	95
10,000 - 15,000	113
15,000 - 20,000	132
20,000 - 30,000	151
30,000 - 50,000	170
50,000 - 100,000 y más	189

Nota. Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2000). Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua. (p.11)

CONSUMO COMERCIAL, INDUSTRIAL Y PÚBLICO:

Se deberá usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria, ver la Tabla 4, para todas las zonas del país (a excepción de Managua). En casos especiales se estudiará específicamente en forma detallada.

Tabla-4

Porcentaje según consumo comercial, público e industrial.

CONSUMO	PORCENTAJE
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Nota. Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2000). Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua. (p.12)

Según ((INAA), 2005)⁴ los gastos se definen de la siguiente manera:

GASTO DE INFILTRACIÓN (QINF)

- Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/Ha/día.
- Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 L/Ha/día.
- Para tuberías plásticas se les deberá asignar un gasto de 2L/hora/100m de tubería y por cada 25mm de diámetro.

GASTO MEDIO (QM):

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar al 80% de la dotación del consumo de agua.

GASTO MÍNIMO DE AGUAS RESIDUALES (QMÍN):

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación:

⁴ Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (2005). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales*. Managua, Nicaragua..

$$Ec. \# 3 \quad Q_{min} = \frac{1}{5} Q_m$$

GASTO MÁXIMO DE AGUAS RESIDUALES (Q_{MÁX}):

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Ec. \# 4 \quad Q_{max} = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_m$$

Donde:

Q_{max} = Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

P = Población servida en miles de habitantes.

Q_m = Gasto medio de aguas residuales domésticas.

El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80. ni mayor de 3.00.

GASTO DE DISEÑO (Q_D).

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

$$Ec. \# 5 \quad Q_d = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{int}$$

Q_{com} = Gasto comercial

Q_{ind} = Gasto industrial

Q_{int} = Gasto institucional o público

2.3.7 Hidráulica de las Alcantarillas⁵

FÓRMULA Y COEFICIENTE DE RUGOSIDAD:

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base a la fórmula de Manning. En la tabla siguiente se indican los valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, para las tuberías de uso más corriente.

Tabla- 5

Coeficiente de Manning según el Material de la tubería

MATERIAL	COEFICIENTE “N”
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto – Cemento (AC)	0.010
Hierro Galvanizado (H°G°)	0.014
Hierro Fundido (H°F°)	0.012
Fibra de vidrio	0.010

Nota. Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. V-1)

Fórmula de Manning:

$$Ec. \# 6 \quad V = \frac{(R^{2/3} * S^{1/2})}{n}$$

Donde:

V = velocidad de escurrimiento a tubo lleno.

R = Radio hidráulico = Área de tubería / Perímetro mojado

S = Pendiente hidráulica

n = coeficiente de Manning.

⁵ Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. V)

DIÁMETRO MÍNIMO:

El diámetro mínimo de las tuberías cabeceras y secundarias será de 150mm (6") y así mismo para los colectores principales.

PENDIENTE MÁXIMA:

Aquella pendiente que produzca una velocidad no mayor de 3m/seg.

PENDIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA:

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación:

$$Ec. \# 7 \quad f = WRS$$

Donde:

f = Tensión de arrastre en Pa

W = Peso específico del líquido en N/m³

R = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de $f = 1$ Pa

PÉRDIDA DE CARGA ADICIONAL

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a $0.25V_m^2/2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos menor que 3cm.

CAMBIO DE DIÁMETRO

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor.

En los cambios de diámetro, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías.

ÁNGULOS ENTRE TUBERÍAS

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90° y máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

COBERTURA SOBRE TUBERÍAS

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería de 0.90m en toda su longitud, adecuada a la resistencia estructural del concreto y facilitando el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras.

Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a profundidades menores de 0.90m, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15m alrededor de la pared exterior del tubo.

UBICACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.

En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50m.

SECCIONES ESPECIALES DE ALCANTARILLAS.

Cuando sea imprescindible usar alcantarillas de sección diferente que la circular, se deberán diseñar también las transiciones necesarias.

2.3.8 Conexiones Domiciliares

Las tuberías que conectan las descargas de agua residual de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario, son denominadas conexiones domiciliarias. Ellas deberán instalarse por debajo de las tuberías del acueducto, inclusive de las tuberías interdomiciliares.

Su diámetro mínimo deberá ser de 100 mm, para viviendas unifamiliares. Para el caso de hoteles, hospitales, colegios, etc., su diámetro se podrá determinar considerando la cantidad de artefactos sanitarios y aplicando el método de Hunter para obtener el caudal de descarga. La pendiente mínima podrá estar entre 1 y 2% dependiendo de la profundidad de la recolectora. Cuando la recolectora se encuentre a gran profundidad se puede utilizar una tubería vertical envuelta en concreto, llamada chimenea, que termina a una profundidad adecuada por debajo de la superficie y la domiciliar de la edificación se conectará al ramal por la parte superior de la chimenea. ((INAA), 2005)

2.3.9 Pozos de Visita Sanitarios (Pvs)⁶

UBICACIÓN.

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las

⁶ Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. VI)

intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales" (cleanout).

DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS.

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

Tabla – 6

Separación máxima de pozos de visita con equipo técnicamente avanzado.

DIÁMETRO (Φ) (MM) (M)	SEPARACIÓN MÁXIMA
150 a 400	150
450 y mayores	200

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. VI-1)

Tabla 7

Separación máxima de pozos de visita con equipo tradicional

DIÁMETRO (Φ) (MM) (M)	SEPARACIÓN MÁXIMA
150 a 400	100
450 y mayores	120

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. VI-1)

2.3.9.1 Características del Pozo De Visita.

- El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.

- Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
- El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con f: 750 mm y menores; para alcantarillas con f mayores de 750 mm, D deberá ser igual a $f + 600$ mm.
- Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.
- Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto precolado con diámetro interno de 760 mm.
- Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 m a 1.00 m se usarán Cajas de Registro Sanitarias (CRS).
- Para cualquiera de las cámaras de inspección que se use el pasaje del agua a través de ella deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y en la salida aguas abajo.
- Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.

- El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.
- El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

POZOS DE VISITA CON CAÍDA.

Se deberán usar pozos de visita con caída cuando la altura entre el fondo del pozo de visita y el fondo de la tubería de entrada sea mayor de 0.60 m.

2.3.10 Dispositivos de Visita Cilíndricos

Estos dispositivos se construirán, a profundidades de 1.8 m, en servidumbre de pase, callejones o en vías de poco tránsito, sustituirán a los pozos de visita convencional. Se utilizarán en todo cambio de pendiente, de diámetro o alineación y deberá construirse caída cuando el fondo de alcantarilla entrante este a más de 0.60 m por encima del pozo de visita.

2.4 PLANTA DE TRATAMIENTO

VERTIDO FINAL DE LAS AGUAS TRATADAS: el vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

PROCESO DE TRATAMIENTO:

El propósito de las plantas de tratamiento de aguas residuales es imitar el proceso natural de auto purificación de las aguas. Removiendo, la mayor parte de los Sólidos Suspendidos (SS) (tratamiento primario), la Demanda Bioquímica de

Oxígeno (DBO) (tratamiento secundario), patógenos y menos de la mitad del nitrógeno y fósforo (tratamiento terciario).

Los contaminantes contenidos en el agua residual pueden eliminarse mediante procesos físicos, químicos y biológicos.

FISICOS: Utilizan la fuerza física (gravedad). Ejemplos: Desbaste, floculación, sedimentación, filtración, flotación, etc.

QUIMICOS: Adición de productos químicos. Ejemplos: Precipitación química, absorción, desinfección, coagulación, etc.

BIOLOGICOS: Actividad biológica. Ejemplo: Lodos activados, digestión, biofiltración, etc.

EFLUENTE DEL TRATAMIENTO: En el manejo de aguas residuales, es el caudal que sale de la última unidad de tratamiento

AFLUENTE DEL TRATAMIENTO: Se refiere al caudal que ingresa a la primera unidad de tratamiento.

CUERPO RECEPTOR: Donde se vierten las aguas residuales.

FILTRACION: Proceso de paso de un líquido o gas a través de un artículo o masa porosa (papel, membrana, arena, etc.) para separar materia en suspensión.

FLOCULACION: Proceso de formación de agregados o partículas de masa compuesta en forma de nube o precipitado.

SISTEMA DE TRATAMIENTO: Conjunto de operaciones y procesos físicos, químicos y/o biológicos, cuya finalidad es depurar la calidad del agua residual a la que se aplican.

2.4.1 Aguas Residuales

ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS USADAS O ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario

AGUAS RESIDUALES: Resultan del uso del agua por el hombre, tanto potable como en su estado natural. Las aguas usadas, contienen materiales, compuestos o microorganismos que las contaminan, convirtiéndolas en inadecuadas para ser reutilizadas o vertidas a cuerpos hídricos sin antes tener un tratamiento

COMPONENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES: Las urbanas están compuestas por las aguas procedentes del alcantarillado municipal, de las industrias y de las aguas de lluvia que son recogidas por el alcantarillado.

Las aguas residuales pueden ser domésticas, industriales, comerciales. Dependiendo su procedencia.

AGUAS GRISES: Aguas domiciliarias provenientes de actividades que no contiene heces fecales u orina, por ejemplo: las aguas de lavar ropa, de la cocina u otra actividad domiciliar.

AGUAS SERVIDAS: Las aguas servidas o aguas negras son los desechos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. Llevan disueltas o en suspensión una serie de materias orgánicas e inorgánicas. Proviene de la

descarga de sumideros, fregaderos, inodoros, cocinas, lavanderías (detergentes), residuos de origen industrial (aceites, grasas, curtiembres, etc.).

2.4.1.1 Características de las Aguas Residuales.

FISICAS: sólidos, materias sedimentales, olor, temperatura, color, turbiedad.

QUIMICAS: DQO, DBO, PH, compuestos tóxicos, metales, gases, biológicas, bacterias, algas, hongos, virus.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5): Cantidad de oxígeno requerida para la oxidación aeróbica, biológica de los sólidos orgánicos del agua.

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO): Cantidad de oxígeno requerida para oxidar a la materia, sea orgánica o no biodegradable.

OXIGENO DISUELTO: Es la cantidad de oxígeno libre en el agua necesario para mantener vivas las bacterias.

LODOS: Es el material sólido que sedimentan en el fondo de tanques sépticos o en decantadores de plantas de tratamiento.

MATERIAL INORGANICO: Originado o derivado de material no orgánico o no vivo.

MATERIAL ORGANICO: Sustancias derivadas de material orgánico o vivo; también relativo a compuestos que contienen carbono.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS: Son los sólidos orgánicos y minerales contenidos en el agua.

SÓLIDOS SEDIMENTABLES: Es la cantidad de sólidos que sedimentan en un cilindro de 1 litro de volumen

SÓLIDOS ORGANICOS: Material animal y vegetal, putrescibles, se descomponen.

SÓLIDOS INORGANICOS: Material inerte (arena y tierra), no putrescibles, no se descomponen.

AEROBIO: Vivir u ocurrir en presencia de oxígeno.

AEREACION: Proceso de exposición a la circulación de aire.

DESCOMPOSICION: Proceso en el cual materiales orgánicos complejos son llevados a elementos inorgánicos simples.

IMPORTANCIA DE LAS BACTERIAS EN LAS AGUAS USADAS: Aunque hay bacterias patógenas que producen enfermedades a los humanos, un grupo de ellas realizan una importante labor en el tratamiento de las aguas, pues ayudan en el proceso de tratamiento a degradar los sólidos orgánicos disueltos en el agua.

MICROORGANISMOS: Son organismos muy pequeños como para ser observados a simple vista, incluyen bacterias, protozoarios, virus, algas y hongos.

2.4.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El sistema de tratamiento estará dividido en cuatro etapas: Pretratamiento, Tratamientos primarios, Tratamiento secundario y Tratamiento de pulimiento o maduración.

2.4.2.1 Pretratamiento

El Sistema de pretratamiento del proyecto consta de: Estructura de entrada, Cribado y separación de sólidos y desarenador

ESTRUCTURA DE ENTRADA

Compuesta por una cámara de entrada, tipo caja de registro, que recibe y aquietta el flujo proveniente del colector principal o emisor. Desde la caja de registro que funciona como cámara de aquietamiento, se conducirá el agua hasta la rejilla y posteriormente al desarenador por medio de un canal de sección rectangular. Calculándose las dimensiones del canal de entrada utilizando la ecuación de Manning y el método de prueba error.

CRIBADO Y SEPARACIÓN DE SÓLIDOS

Consiste de una rejilla que retendrá el material flotante y sobre tamaños, antes de la entrada al desarenador. Esta rejilla se construirá dentro del canal, ubicándose dos unidades paralelas para poder brindarles el debido mantenimiento. Las misma serán rejas de tipo removible conformadas con barras circulares soldadas entre si. Y el mantenimiento será de tipo manual.

DESARENADOR

De acuerdo a ((OPS), 2005, p. 8)⁷: Tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm.

Esta unidad se puede dividir en cuatro partes o zonas.

⁷ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima, Perú.

a) Zona de entrada

Tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.

b) Zona de desarenación

Parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.

c) Zona de salida

Conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.

La mayoría de las aguas residuales domesticas, tienen un elevado contenido de materia en estado de suspensión, siendo necesaria su remoción previa, especialmente en temporada de lluvias.

d) Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada

Constituida por una tolva con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

Se instalará un desarenador de flujo horizontal para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que los sólidos orgánicos putrescibles de las aguas residuales. Este desarenador será dimensionado para remover materiales de 0.2 mm de diámetro o mayores.

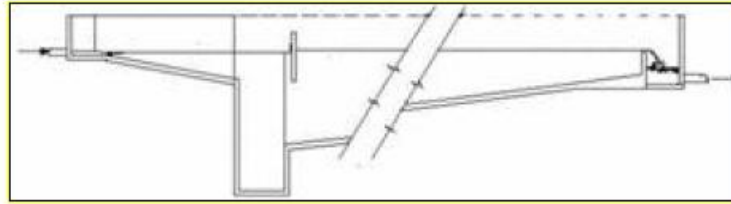


Figura 3 Vista de perfil Desarenador Horizontal

Fuente: Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima, Perú.

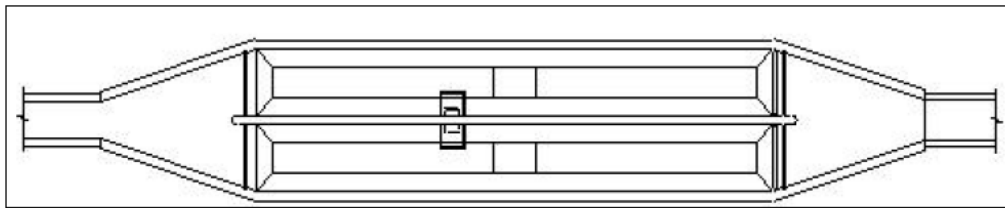


Figura 4 Vista de planta Desarenador Horizontal

Fuente: Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima, Perú.

Medidor de Flujos

Después del desarenado del agua residual, el caudal es medido por medio de un medidor de flujo de régimen horizontal (Canaleta Parshall).

CANALETA PARSHALL

Una canaleta Parshall es una forma especial de sección para medir el flujo en canales abiertos, la cual se instala en un dren lateral o zanja para medir una rata de flujo de agua.

Las canaletas Parshall tienen las siguientes ventajas:

- a) Pueden operar con pérdidas de cabeza relativamente pequeñas.
- b) Es relativamente insensible a la velocidad de aproximación.

- c) Es apta para mediciones precisas de caudales para casos no sumergidos o con considerable sumergencia aguas abajo.
- d) La velocidad del flujo es lo suficientemente alta para eliminar los depósitos de sedimentos en el interior de la estructura durante su operación.

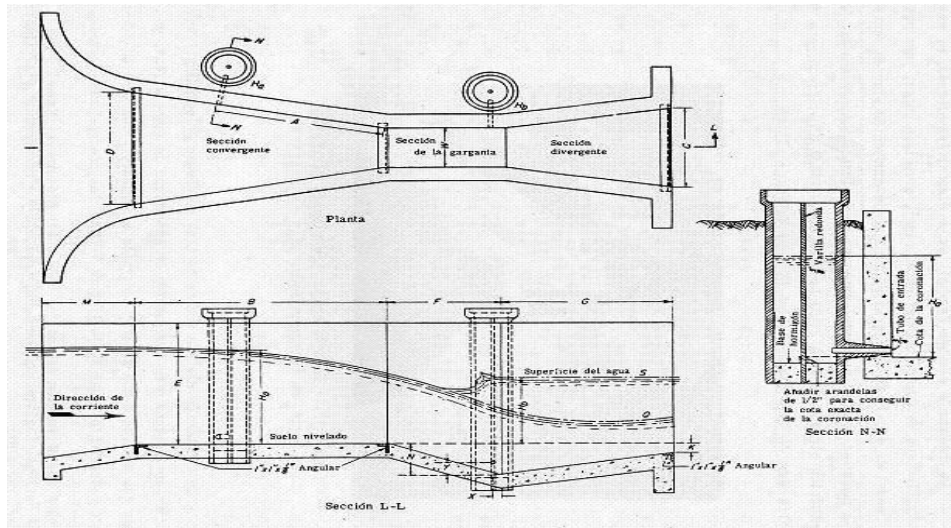


Figura 5 Esquema de canal Parshall

S.a, (s.f.).*esquemas canal parshall* Recuperado el 10 de diciembre de 2010.
http://www.google.com.ni/imgres?imgurl=http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s19.gif&imgrefurl=http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s06.htm&usg=__KYZAmofPvumHI5psvNd-gnnLg4Q=&h=643&w=599&sz

2.4.2.2 Tratamiento Secundario

Como tratamiento previo a las lagunas de estabilización se ha proyectado un sistema de Tanque Imhoff para la decantación inicial y remoción de DBO de las aguas residuales. La puesta en operación del tanque Imhoff tiene como objetivo sedimentar los lodos residuales y remover hasta un 50% de la carga orgánica, de tal forma que el tratamiento final en las lagunas de estabilización sea más eficiente.

Para este proyecto se está tomando en cuenta una eficiencia de remoción DBO del 50% y de Coliformes fecales del 40%.

Los lodos removidos mediante este sedimentador serán dispuestos para su secado en una pila de secado de lodos, una vez secos se podrá dar uso apropiado de los mismos

Según ((OPS) O. P., 2005, p. 11)⁸: El tanque Imhoff es un sistema sencillo de tratamiento de las aguas residuales. Consta de un depósito dividido en dos zonas:

1. Compartimiento superior o zona de decantación. En este compartimiento los sólidos pesados decantan y van hacia el compartimiento inferior donde forman el fango. Los sólidos más ligeros quedan en la superficie en forma de espuma. El agua residual atraviesa este compartimiento sin contacto con los fangos en digestión hacia la arqueta de salida. Los gases producidos son recogidos y expulsados a la atmósfera.
2. Compartimiento inferior a zona de digestión: En este compartimiento se produce la digestión del fango a temperatura ambiente. Pasado el tiempo necesario se recogen los fangos.

Estos tanques constituyen plantas de tratamiento por sedimentación y digestión anaeróbica de los materiales separados, que eliminan hasta el 60% de DBO y el 50% de DQO, además de remover los coliformes fecales una escala logarítmica, y logran una disminución de los sedimentos del orden del 75%.

⁸ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

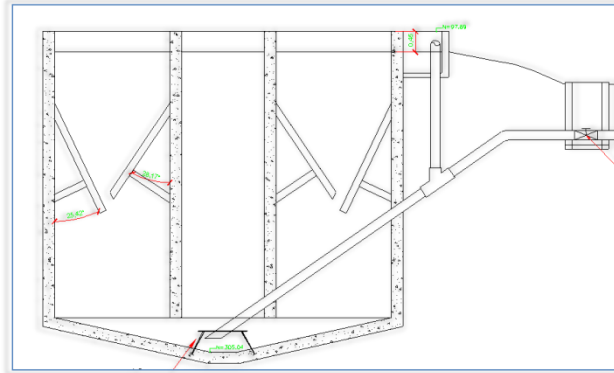


Figura 6 Esquema del Tanque Imhoff

2.4.2.3 Tratamiento Terciario O Pulimiento

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN Y MADURACIÓN

Luego de pasar por el tanque Imhoff el agua residual pasa a un tratamiento por medio de lagunas de estabilización y maduración para mejorar sus características sanitarias.

La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se puede realizar en forma aeróbica o anaeróbica según haya o no la presencia de oxígeno disuelto en el agua.

De acuerdo con: ((OPS) O. P., 2005, p. 23)⁹, una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

⁹ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realizarán en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido como autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable.

Los parámetros más utilizados para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que caracteriza la carga orgánica; y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100ml), que caracteriza la contaminación microbiológica.

Además tienen importancia los sólidos totales sedimentables, en suspensión y disueltos.

La estabilización de la materia orgánica se llevará a cabo a través de la acción de organismos aerobios cuando hay oxígeno disuelto; éstos últimos aprovechan el oxígeno originalmente presente en las moléculas de la materia orgánica que están degradando. Existen algunos organismos con capacidad de adaptación a ambos ambientes, los cuales reciben el nombre de facultativos. La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se puede realizar en forma aeróbica o anaeróbica según haya o no la presencia de oxígeno disuelto en el agua.

PROCESO AEROBIO

De acuerdo con: ((OPS) O. P., 2005, p. 24)¹⁰ El proceso aerobio se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se llevará a cabo en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto. En este proceso, en el que participan

¹⁰ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

bacterias aerobias o facultativas, se originan compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias. Existe pues una simbiosis entre bacteria y algas que facilita la estabilización aerobia de la materia orgánica. El desdoblamiento de la materia orgánica se lleva a cabo con intervención de enzimas producidas por las bacterias en sus procesos vitales.

A través de estos procesos bioquímicos en presencia de oxígeno disuelto las bacterias logran el desdoblamiento aerobio de la materia orgánica. El oxígeno consumido es parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Las algas logran, a través de procesos inversos a los anteriores, en presencia de la luz solar, utilizar los compuestos inorgánicos para sintetizar materia orgánica que incorporan a su protoplasma. A través de este proceso, conocido como fotosíntesis, las algas generan gran cantidad de oxígeno disuelto.

Como resultado final, en el estrado aerobio de una laguna facultativa se lleva a cabo la estabilización de la materia orgánica putrescible (muerta) originalmente presente en las aguas residuales, la cual se transforma en materia orgánica (viva) incorporada protoplasma de las algas. En las lagunas de estabilización el agua residual no se clarifica como en las plantas de tratamiento convencional pero se estabiliza, pues las algas son materia orgánica viva que no ejerce DBO.

2.4.2.3.1 Procesos en las lagunas de estabilización facultativas según ((OPS) O. P., 2005, p. 25)¹¹

Las capas de la laguna facultativa (aerobia y anaerobia) no son constantes, estas interactúan entre si, dependen de la radiación solar. Durante el día la capa aerobia es la que predomina en la laguna y durante la noche la capa anaerobia.

¹¹ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

Las algas tienen un rol sumamente importante en el proceso biológico de las lagunas de estabilización, pues son los organismos responsables de la producción de oxígeno molecular, elemento vital para las bacterias que participan en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

La presencia de las algas en niveles adecuados, asegura el funcionamiento de la fase aerobia de las lagunas, cuando se pierde el equilibrio ecológico se corre con el riesgo de producir el predominio de la fase anaerobia, que trae como consecuencia una reducción de la eficiencia del sistema.

En las lagunas primarias facultativas predominan las algas flageladas, (Euglena, Pyrobotrys, Chlamydomonas), en lagunas secundarias se incrementa el número de géneros y la densidad de algas, predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus). En lagunas terciarias se presenta un mayor número de géneros de algas, entre las cuales predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Microactiniums).

En muchos casos, se ha observado la predominancia de algas verdes-azules (Rao, 1980, Uhlman 1971). La predominancia de géneros varía según la temperatura estacional.

El zooplackton de las lagunas de estabilización está conformado por cuatro Grupos Mayores; ciliados, rotíferos, copédodos, y cladoceros. Ocasionalmente se presentan amebas de vida libre, ostracodos, ácaros, turbelarios, larvas y pupas de dípteros. La mayoría de individuos de estos grupos sólo están en las lagunas de estabilización durante algún estadio evolutivo, raramente tienen importancia cualitativa.

Los rotíferos predominan durante los meses de verano, dentro de este grupo, el género Brachionus se presenta con mayor frecuencia, siendo el más resistente aún en condiciones extremas. Cuando el número de rotíferos se incrementa a

niveles superiores a los normales se observa un efecto negativo en la calidad del agua, ocasionando un aumento de los niveles de amonio, ortofosfato soluble, nitratos, y nitritos. Asimismo, la presencia de un gran número de estos organismos, que consumen algas, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a niveles de riesgo.

Los géneros predominantes de cladóceros son Moína y Daphnia y en los ciliados son Pleuronema y Vorticella.

2.4.2.4. Laguna de Maduración

El propósito de la laguna terciaria es promover la extinción de coliformes fecales. En estas lagunas se deben crear condiciones propicias para una rápida extinción de coliformes: Baja carga orgánica en el afluente, poca profundidad para que la radiación solar pueda penetrar en todo el tirante de agua y así fomentar la actividad fotosintética para que exista OD (oxígeno disuelto) y el pH se eleve.

Estas unidades están en el tercer lugar de la serie y su función es similar a la de las lagunas facultativas, con excepción de la capacidad de almacenamiento de lodos. A estas unidades no llegan sólidos biológicos que no sean algas unicelulares y prácticamente no acumulan lodos, de modo que no es necesaria su limpieza.

El propósito de estas unidades puede resumirse de la siguiente forma:

- Presentar las condiciones adecuadas de balance de oxígeno, de modo que se pueda sustentar una adecuada biomasa de algas unicelulares en la parte superior de la laguna.
- Presentar las condiciones adecuadas de mortalidad bacteriana, lo cual se da cuando la población de algas al alimentarse básicamente del sistema carbonatado, en las horas de mayor insolación o de mayor

actividad fotosintética, consume los bicarbonatos y carbonatos, produciendo un notable incremento del pH y al mismo tiempo una gran mortalidad bacteriana.

- Asegurar una adecuada remoción de nemátodos intestinales, para que el tratamiento esté de acuerdo con las recientes guías de la OMS.

2.4.2.5 Eliminación De Patógeno

Las bacterias Coliformes se utilizan como indicadores de la calidad del agua desde el punto de vista de su contaminación por microorganismos patógenos, es decir, causantes de enfermedades. Su eliminación en las lagunas de maduración se debe a la acción combinada de varios factores, que en conjunto crean unas condiciones muy desfavorables para su supervivencia (Bowles y col., 1979).

2.4.2.5.1 Factores que influyen en la eliminación de patógenos en lagunas de maduración

1. FÍSICOS:

La temperatura y sedimentación son los dos factores más importantes (Gannon y col., 1983). La sedimentación consiste en la incorporación al fondo de la laguna de agregados de microorganismos, debido a que su peso específico es mayor que el del agua. Una vez que se produce su depósito en el fondo, estos agregados son atacados por bacterias que se desarrollan en la capa de fango, y finalmente desaparecen.

La temperatura es un factor muy importante en la velocidad de desaparición de microorganismos patógenos. La velocidad de eliminación de patógenos aumenta con la temperatura (Lantrip, 1983). Por tanto, la eficacia en la reducción de patógenos es máxima durante los meses de verano.

2. FÍSICO-QUÍMICOS:

La salinidad del agua, pH, concentración de oxígeno disuelto e intensidad de la luz solar son los factores físico-químicos más influyentes.

El tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos varía inversamente con la salinidad del medio (Mitchell y Chamberlin, 1978). Puesto que las lagunas de maduración son la última etapa del tratamiento, la evaporación en estas lagunas y en las etapas anteriores determina un aumento en la concentración de sales que resulta beneficioso desde este punto de vista..

La eliminación de patógenos aumenta con el pH de la laguna. La actividad del fitoplancton da lugar a un aumento del pH, mientras que la actividad metabólica de las bacterias genera CO₂ que provoca un descenso en el pH. Puesto que en las lagunas de maduración la carga orgánica es muy baja, se produce una generación muy escasa de CO₂.

Por otra parte, la actividad fotosintética suele ser bastante elevada, por lo que globalmente se suele apreciar un aumento de pH con respecto a las lagunas facultativas, que se traduce en un medio más desfavorable para la supervivencia de los microorganismos patógenos (Mitchell y Chamberlin, 1978).

La presencia de oxígeno disuelto, y sobre todo el efecto de choque del paso entre lagunas facultativas con concentraciones bajas o moderadas de oxígeno a lagunas de maduración con concentraciones elevadas, da lugar a un aumento en la velocidad de eliminación de patógenos (Kott, 1982).

Uno de los principales factores es la intensidad de la luz (Kapucinski y Mitchell, 1981; Krinsky, 1977; Sieracki, 1980). La eliminación de patógenos es mucho más rápida en presencia de luz, por lo que debe evitarse la construcción de lagunas de

maduración profundas en las que buena parte de la columna de agua se encuentra en la oscuridad. Por la misma razón, la eliminación de patógenos es mucho más eficaz en días despejados, especialmente al comienzo del verano, cuando la duración del día es máxima.

3. FACTORES BIOQUÍMICOS

La concentración de nutrientes, presencia de compuestos tóxicos y predadores son los principales factores bioquímicos implicados en la eliminación de patógenos.

La limitación en nutrientes es un factor muy importante, no sólo por su efecto directo sobre la posibilidad de crecimiento de los microorganismos patógenos, sino por la competencia con otros microorganismos mejor adaptados que aquellos al medio (Mitehelí y Chamberlin, 1978; Dutka y Kwan, 1983). La escasa concentración de materia orgánica en estas lagunas constituye un serio obstáculo para la supervivencia de los microorganismos heterótrofos como los que se pretende eliminar en esta etapa del tratamiento (bacterias, protozoos y hongos).

Las algas secretan sustancias tóxicas que afectan a los microorganismos patógenos, algunas de ellas muy activas en presencia de la luz (Mitchell y Chamberlin, 1978).

Por último, la presencia de predadores como protozoos, bacteriófagos, microcrustáceos y rotíferos da lugar a una fuerte reducción en las bacterias patógenas (Dinges, 1982).

4. NITRIFICACIÓN

Aunque la conversión biológica de nitrógeno amoniacal a nitratos puede iniciarse en los tratamientos secundarios cuando la concentración de oxígeno disuelto es suficientemente elevada, el medio aerobio propio de las lagunas de maduración es

mucho más adecuado para el desarrollo de las bacterias nitrificantes. Esta conversión tiene gran importancia para impedir el acceso del nitrógeno amoniacal a cursos de agua receptores donde puedan tener efectos tóxicos sobre la fauna (muchos peces presentan una tolerancia muy baja a la presencia de amoniaco en el agua) (U. S. Environmental Protection Agency, 1984).

Por otra parte, aunque las oscilaciones de oxígeno disuelto durante el día son menos acusadas que en las lagunas facultativas, también se producen descensos durante la noche. Cuando estos descensos dan lugar a concentraciones nulas de oxígeno se inicia el ciclo nitrificación-desnitrificación, que conduce a una pérdida neta de nitrógeno hacia la atmósfera. Con este fenómeno se consigue una reducción neta de nutrientes, con efectos beneficiosos para los cursos de agua donde vaya a verterse el efluente final.

5. REDUCCIÓN DE NUTRIENTES

El descenso en la concentración de nutrientes solubles observado en las lagunas de maduración se debe fundamentalmente al consumo por el fitoplancton, posible desnitrificación durante la noche y a la precipitación de sales insolubles de fósforo que se incorporan al sedimento.

Además de los efectos principales de las lagunas de maduración, estas lagunas pueden suplir en parte el mal funcionamiento de las lagunas facultativas, permitiendo así obtener un efluente de calidad aceptable durante épocas del año en las que la depuración es muy lenta, o ayudando a absorber puntas de carga y caudal. Aunque esto no es el objetivo para el que se construyen las lagunas de maduración, puede resultar muy conveniente su presencia ante situaciones excepcionales. Por otra parte, las lagunas de maduración garantizan que el efluente final va a contener una cantidad aceptable de oxígeno disuelto durante todo el año, especialmente en situaciones de sobrecarga.

Finalmente, otro efecto de las lagunas de maduración es la clarificación del efluente, sobre todo cuando se cuenta con varios módulos en serie. Este efecto se consigue debido a la sedimentación de las algas, presencia de predadores como la pulga de agua y el empobrecimiento del agua en nutrientes que impide nuevos crecimientos de microorganismos.

2.4.3 Criterios de Diseño de la Planta de Tratamiento

2.4.3.1 Tratamiento Primario

Estructura De Entrada

Se dimensiona el canal de entrada con sección rectangular utilizando la ecuación de Manning y aplicando el método de prueba error.

$$Ec. \# 8 \quad \frac{Qn}{S^{1/2}} = ARH^{2/3}$$

$$Ec. \# 9 \quad A = by$$

$$Ec. \# 10 \quad RH = \frac{by}{b + 2y}$$

Ecuación de Manning (De la Ec. #6 Despejando Q)

$$Ec. \# 11 \quad Q = \frac{ARH^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño

A= Área hidráulica

RH= Radio Hidráulico

b= Base del canal

y= Tirante hidráulico

S= Pendiente de fondo

n= Coeficiente de Rugosidad de Manning

Cribado y Separación de Sólidos

INFORMACION TIPICA PARA EL DISEÑO DE REJILLAS

Tabla – 8 Parámetro para el diseño de rejillas de barras

PARTAMETRO	LIMPIEZA MANUAL
Sección recta de la barra:	
Anchura (mm)	5 - 15
Profundidad (mm)	25 - 37.5
Separación entre barras (mm)	25 - 50
Angulo con la vertical (grados)	30 - 45
Velocidad de aproximación (m/s)	0.30 - 0.60
Perdida de carga admisible (m)	0.15

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. (cap. IX-1)

PÉRDIDAS EN REJILLAS según ((INAA), 2005)¹²

La pérdida de energía a través de la rejilla es función de la forma de las barras y de la altura o energía de velocidad del flujo entre las barras. Estas pérdidas, en una rejilla limpia se determinarán aplicando la ecuación de Kirschmer:

$$Ec. \#12 \quad h = \beta \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

Dónde:

h = pérdida de carga, m

β= factor de forma de las barras

w = profundidad de la barra, m

b = separación mínima entre barras, m

hv = energía de velocidad del flujo de aproximación, m

¹² Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. (cap. IX-2)

θ = ángulo de la rejilla con la horizontal

Tabla- 9.

VALORES DE β DE KIRSCHMER

TIPOS DE BARRA	β
Rectangular con aristas vivas	2.42
Rectangular con la cara aguas arriba semicircular	1.83
Rectangular con las caras aguas arriba y abajo semicircular	1.67
Circular	1.79

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. IX-2)

Desarenador

Tabla- 10.

Criterio de diseño para desarenadores

Criterios de Diseño para Desarenadores		
Parámetro	Intervalos	Típico
Tiempo de retención, s	45 - 90	60
Velocidad horizontal, m/s	0.24 - 0.40	0,3
Velocidad de sedimentación para la eliminación de:		
Malla 65, m/min(1)	0.95-1.25	1,15
Malla 106, m/min	0.60 - 0.90	0,75
Relación largo: ancho	2.5:1 - 5:1	
Relación ancho: profundidad	1:1 - 5:1	
Cargas superficial, m ³ /m ² .d	700 - 1600	
Incremento de longitud por turbulencia en la entrada y salida.	2. Hm - 0.5L	
Hm = Profundidad máxima del desarenador		
L = Longitud teórica del desarenador		
(1) = Si el peso específico de la arena es substancialmente menor que 2.65, deben usarse velocidades inferiores.		

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. IX-4)

2.4.3.2 Tratamiento Secundario

Tabla- 11

Criterio de diseño para tanques Imhoff

CRITERIOS DE DISEÑO PARA TANQUE IMHOFF			
PARAMETRO DE DISEÑO	UNIDADES	VALORES	
		INTERVALO	TIPICO
COMPARTIMENTO DE SEDIMENTACIÓN			
Carga de superficie horaria punta	m3/m2*h	1.0 - 1.7	1.35
Tiempo de detención	h	2 - 4	2
Longitud - Anchura (L <= 30 m)	relación	2:1 - 5:1	3:1
Pendiente del compartimento de sedimentación	relación	1.25:1 - 1.75:1	
Abertura de comunicación entre compartimentos	m	0.15 - 0.30	0.25
Longitud del saliente	m	0.15 - 0.30	0.25
Deflector de espumas			
Por debajo de la superficie	m	0.25 - 0.40	0.30
Por encima de la superficie	m	0.30	0.30
Resguardo	m	0.45 - 0.60	0.60
Velocidad de escurrimiento	cm/min	30.5	30.50
ZONA DE VENTILACION DE GASES			
Superficie	% de la superficie total	15 - 30	20
Anchura de la abertura	m	0.45 - 0.75	0.60
COMPARTIMENTO DE DIGESTION			
Volumen (para un período de digestión de 6 meses)	M3	0.05 - 0.1	0.06
Tubería de extracción de fangos	mm	200 - 300	250
Distancia libre hasta el nivel del fango	m	0.30 - 0.90	0.60
PROFUNDIDAD DEL TANQUE			
Altura libre desde la superficie libre del líquido			
hasta el fondo del tanque	m	7.25 - 9.50	9.00

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. XI-5)

1-DISEÑO DEL SEDIMENTADOR

Área del sedimentador (A_s , en m^2)

$$Ec. \# 13 \quad A_s = \frac{Q_p}{C_s}$$

Donde:

C_s : Carga superficial en $m^3/(m^2 \cdot \text{hora})$.

Q_p : Caudal de diseño (m^3/s)

Volumen del sedimentador (V_s , en m^3)

$$Ec. \# 14 \quad V_s = Q_p * R$$

R : Periodo de retención hidráulica (hrs)

2-DISEÑO DEL DIGESTOR

De acuerdo a ((OPS) O. P., 2005, pp. 16-17)¹³

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla- 12.

Factor de capacidad relativa según temperatura

Temperatura °C	Factor de capacidad relativa (fcr)
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Nota: Fuente: Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

¹³ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú

$$Ec. \# 15 \quad Vd = \frac{70 * P * fcr}{1000}$$

Donde:

fcr : factor de capacidad relativa

P : Población.

Tiempo requerido para digestión de lodos

Tabla- 13.

Tiempo de digestión en días según temperatura

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Nota: Fuente: Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

Extracción de lodos

El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque. Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.

Área de ventilación y cámara de natas

Para el diseño de la superficie libre entre las paredes del digestor y el sedimentador (zona de espuma o natas) se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

1. El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.
2. La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
3. El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.

Lecho de secado de lodos

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C; en Kg de SS/día).

$$Ec. \# 16 \quad C = Q * SS * 0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$Ec. \# 17 \quad C = \frac{Población * contribución \text{ per cápita } (\frac{grSS}{hab} * día)}{1000}$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales. Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab*día).

Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Ec. \# 18 \quad Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

Volumen diario de lodos digeridos (*Vld*, en litros/día)

$$Ec. \# 19 \quad Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * (\% \text{ de solidos } / 100)}$$

Donde:

ρ_{lodo} : Densidad de los lodos, igual a 1,04 Kg/l.

% de sólidos: % de sólidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%.

Volumen de lodos a extraerse del tanque (*Vel*, en m^3).

$$Ec. \# 20 \quad Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

Donde:

Td : Tiempo de digestión, en días.

Área del lecho de secado (*Als*, en m^2)

$$Ec. \# 21 \quad Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Donde:

Ha = Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40m. (Se tomo de 0.30m)

Medio de Drenaje

El medio de drenaje es generalmente de 0,30 de espesor y debe tener los siguientes componentes:

- El medio de soporte recomendado esta constituido por una capa de 15 cm. Formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3 cm, llena de arena.

- La arena es el medio filtrante y debe tener un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm., y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- Debajo de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.

2.4.3.3. TRATAMIENTO TERCIARIO O PULIMIENTO

1. Laguna de Estabilización¹⁴

Condición temperatura vs temperatura del agua

$$Ec. \# 22 \quad T^{\circ}agua = T^{\circ}amb + 1^{\circ}C$$

Donde:

T^oagua: temperatura de diseño

T^oamb: temperatura del ambiente del mes más frío.

Carga superficial, KgDBO/Ha*día

Ecuación de Yanez¹⁵

$$Ec. \# 23 \quad CS_{diseño} = 357.4 * 1.085^{(T-20)}$$

Área de la laguna (en hectáreas)

$$Ec. \# 24 \quad Area = \frac{C}{CS_{diseño}}$$

Donde:

C: Carga Orgánica (KgDBO/día)

¹⁴ Organización panamericana de la Salud (OPS) (2005) *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.

¹⁵ Reducción de Organismos Patógenos y Diseño de Lagunas de Estabilización en Países en Desarrollo". Yanez F. – CEPIS/OPS -1984

Volumen de lodos (Vlodos, en m³)

$$Ec. \# 25 \quad Vlodos = \frac{Pob * Ta * N}{1000}$$

Donde:

Pob: Población.

Ta: Tasa de acumularon de lodos, de 100 a 120 litros/habxaño.

N: Periodo de limpieza, de 5 a 10 años

Altura de lodo (Zlodo, en m)

$$Ec. \# 26 \quad Z_{lodos} = \frac{Vlodos}{Af}$$

Af: Área del fondo de la laguna, en m.

Periodo de retención (días)

$$Ec. \# 27 \quad PR_{real} = PR_{teorico} * Fch$$

Donde:

Fch: Factor de corrección hidráulica

Entonces

$$Ec. \# 28 \quad PR_{teorico} = \frac{Volumen}{Qe}$$

Qe: Caudal promedio.

Esta metodología permite diseñar las dimensiones y saber el tiempo de retención que va a tener la laguna proyectada, pero para saber si se necesita dimensionar otra laguna para tratar el efluente, la primera se tendrá que calcular un valor estimado de la remoción de la DBO y de los coliformes fecales que se da en la laguna y compararlo con los valores que están estipulados en las normas de la ley general de aguas, acerca de la calidad del agua del efluente la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales. ((OPS) O. P., 2005, p. 31)

Para tener una predicción acerca de la remoción de los coliformes fecales en la laguna se empleará las siguientes ecuaciones que provienen de la Ley de Chick¹⁶.

Calculo del factor de dispersión (d)

Las lagunas de estabilización trabajan a mezcla completa y no a flujo a pistón, ellas trabajan bajo flujo disperso y a través de la ecuación de Saenz podemos calcularlo.

$$Ec. \# 29 \quad d = \frac{1.158[R * (W + 2Z)^{0.489}]W^{1.511}}{(T + 42.5)^{0.734} * (L * Z)^{1.489}}$$

Donde:

W,L,Z: dimensiones de la laguna.

R: periodo de retención de la laguna.

T: temperatura del agua, en °C.

El valor de “d” debe ser menor de 2.

Calculo de la constante “a”

Para el cálculo de esta constante se utiliza la fórmula de Wehner & Wilhelm y simplificada por Thirimurthi.

$$Ec. \# 30 \quad a = \sqrt{(1 + 4 * K_b * R * d)}$$

K_b: es el coeficiente de mortalidad neto a la temperatura del agua T promedio del mes más frío, en °C.

Se aplicara el factor K_b definido por Marais de 2.60 día⁻¹

Coliformes en el efluente, N

¹⁶ “Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales”-1985.
Ing. Rodolfo Sanz Forero – CEPIS/OPS.

Una vez calculado las constantes anteriores, se reemplazan en la ecuación de Wehner & Wilhelm y simplificada por Thirimurthi¹⁷. Todo esto parte de la Ley de Chick.

$$Ec. \# 31 \quad N = \frac{No * 4 * a * e^{((1-a)/2d)}}{(1 + a)^2}$$

No: concentración de Coliformes fecales con que ingresa a la laguna el agua residual.

Remoción de la DBO

Se sigue la misma metodología que se empleó para los colimes fecales. Además se deben conocer los factores de ajustes para una laguna de estabilización que son:

- Factor de corrección hidráulica (Fch).

Debido al efecto de la posición relativa de las estructuras de entrada y salida, y al diseño de las mismas, el "factor de corrección hidráulica" (Fch) tiene en la práctica un valor entre 0,3 y 0,8.

- - Factor de características de sedimentación (Fcs).

El valor de este factor varía entre 0,5 y 0,8 en lagunas primarias; y está muy cerca de 1,00 en las lagunas secundarias y de acabado.

- - Factor intrínseca de las algas (Fia).

Las algas que mueren en las lagunas ejercen una DBO que debe ser tomada en cuenta agregando el valor Fia al lado derecho de la ecuación que se utilizará para

¹⁷ "Predicción de la Calidad del Efluente en Lagunas de Estabilización". Ing. Rodolfo Saenz Forero – CEPIS/OPS – 1992.

calcular la DBO en efluente. El valor de Fia varía entre 0 y 1,2 correspondiendo los valores bajos a lagunas primarias y los altos a lagunas de maduración.

$$Ec. \# 32 \quad L = \frac{Lo * 4 * a * e^{((1-a)/2d)}}{(1 + a)^2} + Lo * Fia$$

Lo: DBO de entrada

Tabla- 14.

Criterio de diseño para Lagunas de Estabilización Primaria

CRITERIOS DE DISEÑO PARA LAGUNA DE ESTABILIZACION PRIMARIA			
PARAMETRO DE DISEÑO	UNIDADES	VALORES	
		INTERVALO	TÍPICO
Periodo de limpieza	años	(5-10)	5
Factor de corrección hidráulica (Fch)		(0,3-0,8)	0,5
Factor de características de sedimentación (Fcs)		(0,5,-0,8)	
Factor Intrínseca de algas (Fia)		(0-1,2)	0,5
Coliformes fecales	NMP/100ml		<1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l		<110
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l		<220
Sólidos Suspendidos (SS)	mg/l		<100

Nota: Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2005). Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. (cap. XI-67); Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Nicaragua(MARENA) (1995). Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias. Decreto No33-55.

2.5 Tipo de Estudios Técnicos para el Diseño de la Red de Alcantarillado y planta de Tratamiento

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS: abarcan la evaluación de las condiciones climáticas de una región, su régimen pluviométrico, la composición química del agua, las características de las rocas como permeabilidad, porosidad, fisuración, su composición química, los rasgos geológicos y geotectónicos; es así que la investigación hidrogeológica implica, entre otras, tres temáticas principales:

- El estudio de las relaciones entre la geología y las aguas subterráneas.
- El estudio de los procesos que rigen los movimientos de las aguas subterráneas en el interior de las rocas y de los sedimentos.
- El estudio de la química de las aguas subterráneas (hidroquímica e hidrogeoquímica).

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS: Conjunto de estudios, trabajos y operaciones, Elevados a cabo tanto por técnicas directas como indirectas, encaminados a la localización de acuíferos, para captación de aguas subterráneas, en cantidad y con calidad adecuadas para el fin pretendido y definición de las condiciones óptimas de explotación.

ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS: conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

ESTUDIO ECONOMICO- FINANCIERO: Este determina el monto de los recursos económicos necesario para la realización del proyecto, el costo total de operaciones y los ingresos que genera el proyecto apoyándose de métodos de evaluación financiero se determinará la rentabilidad del proyecto y medirá la capacidad de pago mediante un flujo efectivo.

Se utilizará los métodos clásicos para determinar la rentabilidad del proyecto, siendo esto: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), y la relación beneficio-costos (B/C).

2.6 Rentabilidad de Proyecto: Estudio Económico- Financiero

Este determina el monto de los recursos económicos necesario para la realización del proyecto, el costo total de operaciones y los ingresos que genera el proyecto

apoyándose de métodos de evaluación financiero se determinará la rentabilidad del proyecto y medirá la capacidad de pago mediante un flujo efectivo.

Se utilizará la relación beneficio-costo **(B/C)** para determinar la rentabilidad del proyecto.

2.6.1 Relación beneficio- costo.

Es la valoración de evaluación que relaciona las utilidades con el capital invertido y los recursos empleados con el beneficio generado, es decir compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. Se determina mediante la fórmula:

$$Ec\#33RBC : \frac{VAN_{ingreso}}{VAN_{egreso}}$$

Criterio de evaluación:

Si la RBC >1 El proyecto se acepta.

Si la RBC <1 El proyecto se rechaza.

Si la RBC =1 El proyecto es indiferente.

2.6.2 El Análisis Beneficio - Costo (B/C)

“Para la identificación de los costos y beneficios del proyecto que son pertinentes para su evaluación, es necesario definir una situación base o situación sin proyecto; la comparación de lo que sucede con proyecto versus lo que hubiera sucedido sin proyecto, definirá los costos y beneficios pertinentes del mismo” (Fontaine 1984).

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada córdoba que se sacrificara en el proyecto. Cuando se menciona los ingresos netos, se hace

referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados. Al mencionar los egresos presentes netos se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador.

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

La evaluación puede ser realizada desde dos ópticas diferentes:

a) La evaluación privada:

Que a su vez tiene dos enfoques: la evaluación económica, que asume que todo el proyecto se lleva a cabo con capital propio y, por lo tanto, no toma en cuenta el problema financiero; y la evaluación financiera, que diferencia el capital propio del prestado.

b) La evaluación social

Este tipo de evaluación es el que tomaremos para hacer el análisis del proyecto, ya que es una obra social la que se está implementando. En ésta, tanto los beneficios como los costos se valoran a precios sombra de eficiencia o de cuenta. “Para la evaluación social interesa el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados y producidos por el proyecto.

Los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la evaluación privada económica.

En los proyectos sociales se ha planteado la cuestión de quién afronta los costos desde una perspectiva diferente. Al respecto hay tres respuestas posibles: el individuo, el gobierno local, o la sociedad en su conjunto (Rossi, 19779: 254)

Desde el punto de vista individual, se considera la perspectiva del beneficiario del proyecto. La perspectiva de la comunidad local plantea el problema de la fuente de financiamiento. Respecto a la sociedad nacional, hay que considerar no solo los costos y beneficios directos, sino también los de carácter secundario e intangible.

El ACB permite determinar los costos y beneficios a tener en cuenta en cada una de las perspectivas consideradas previamente. Por otro lado, mediante la actualización, hace converger los flujos futuros de beneficios y costos en un momento dado en el tiempo (valor presente o actual) tornándolos comparables. Relaciona, por último, los costos y beneficios del proyecto, utilizando indicadores sintéticos de su grado de rentabilidad.

2.6.3 La Evaluación Social de Proyectos

La evaluación social, también llamada evaluación socioeconómica de proyectos, pretende medir el impacto que la ejecución de un proyecto - versus no ejecutarlo - tiene sobre la disponibilidad total de bienes y servicios en un país.

Existen dos elementos básicos de la evaluación social que destacan su importancia. Por un lado, su objetivo es maximizar la rentabilidad, incrementando así el potencial de la inversión futura. Por otro lado, dado que pretende el máximo de beneficios para la comunidad en su conjunto y teniendo en cuenta también la elevada participación del gobierno en la inversión, resulta vital que éste evalúe sistemáticamente los proyectos, valore los bienes y servicios producidos y los factores o insumos de una manera diferente a la que realiza el mercado.

PRUEBAS “CON” Y “SIN” EL PROYECTO

Un primer paso de la evaluación (tanto en el ACB como en el ACE) es la prueba “con” y “sin” el proyecto, que consiste en comparar la proyección de las tendencias presentes (prognosis sin intervención) con las modificaciones que ellas sufrirían como resultado del proyecto.

Dado que los recursos son siempre limitados, es preciso tener en cuenta el costo de oportunidad de asignarlos en un proyecto determinado. El costo de oportunidad es el valor de las oportunidades perdidas.

En la evaluación de proyectos sociales, es particularmente importante considerar el costo de oportunidad de la mano de obra voluntaria y de las donaciones.

LOS COSTOS Y BENEFICIOS SECUNDARIOS

La evaluación social de proyectos considera además los costos y beneficios secundarios, llamados también efectos indirectos o “externalidades”. Ellos se producen como consecuencia del proyecto, pero fuera del ámbito en que éste se realiza.

Los efectos indirectos corresponden a los beneficios y los costos que un proyecto descarga sobre terceros y que no se observan en el mismo. Así por ejemplo, hay externalidades tales como el menor consumo de manzanas derivado de una disminución en el precio de las peras. Hay externalidades negativas, como la contaminación producida al instalar una fábrica, y positivas tales como las derivadas de un proyecto de reforestación.

La cuantificación de los efectos secundarios no es sencilla. Se considera que se caracterizan por no haber sido previstos ni ser controlables, en la mayor parte de los casos. Sigue que son infinitos en el mundo real y que, si bien el mecanismo de precios internaliza un gran número de ellos, quedan fuera los efectos ambientales e intangibles. La evaluación debe limitarse a los más inmediatos y de mayor valor monetario. Los intangibles solo pueden ser evaluados subjetivamente por sus víctimas.

EFFECTOS INTANGIBLES

Los ejemplos habituales de efectos intangibles son las razones estratégicas o de seguridad nacional, la integración regional, los efectos sobre el clima y medio

ambiente, la salud de la población y similares. No son cuantificables económicamente o, mejor dicho, no son traducibles en unidades monetarias, pero afectan la decisión de realizar o no un proyecto.

EL VALOR DE LA VIDA HUMANA

Muchos proyectos sociales tienen efectos directos o indirectos que modifican la esperanza de vida de la población que recibe su impacto. Ello resulta evidente si se considera, por ejemplo, los proyectos de salud o los alimentarios nutricionales.

A pesar de la indudable relevancia del problema del costo y valor de la vida humana, no existe consenso sobre cómo efectuar ese cálculo.

Aun cuando se reconozca que la evaluación asigna un valor a la vida humana, ello no contesta a la pregunta de cuál debería ser ese valor.

EL PROBLEMA DE LA CUANTIFICACIÓN DEL LOS BENEFICIOS EN LOS PROYECTOS SOCIALES

Aun cuando los objetivos de un proyecto social no se puedan expresar en unidades monetarias, en muchas ocasiones se busca valorarlos así para poder comparar costos y beneficios.

La valoración monetaria de los efectos cualitativos, orientados en función de los precios de mercado, se persigue frecuentemente a través de:

- La determinación de la medida en que el proyecto va a incrementar los ingresos y bienestar de los beneficiarios.
- La valoración de los bienes y servicios generados por el proyecto a precios de mercado.

La justificación de la valoración monetaria está siempre en la finalidad del proyecto y no en la convertibilidad de los efectos en magnitudes monetarias. Si esta

condición no se cumple, las magnitudes monetarias del análisis se convierten en fetiche en manos del evaluador.

Con relación a los intentos de valorar los intangibles, que “ingeniosos medios indirectos son a menudo poco convincentes y tienden a desacreditar el ACB. También parece objetable calcular los elementos más fácilmente cuantificables, ignorando o prestando insuficiente atención a los intangibles. Esto puede parecer, por cierto, menos lamentable que tratar heroicamente de cuantificar lo incuantificable”.

2.6.4 CALCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

- Se toma como tasa de descuento la tasa social en vez de la tasa interna de oportunidad.
- Se trae a valor presente los ingresos netos de efectivo asociados con el proyecto.
- Se trae a valor presente los egresos netos de efectivo del proyecto.
- Se establece la relación entre el VPN de los Ingresos y el VPN de los egresos.

Importante aclarar que en la B/C se debe tomar los precios sombra o precios de cuenta en lugar de los precios de mercado. Estos últimos no expresan necesariamente las oportunidades socio-económicas de toda la colectividad que se favorece con el proyecto, de ahí su revisión, o mejor, su conversión a precios sombra.

Un ejemplo de precios sombra: La mano de obra calificada en una ciudad X con el mayor índice de desempleo, es mucho menor que la mano de obra calificada en otra ciudad con ofertas laborales mínimas. En consecuencia, el precio sombra de

la mano de obra calificada de la ciudad X, será igual a la mano de obra calificada de la ciudad que tiene menores tasas de desempleo. Visto de otra forma: La mano de obra de la ciudad que presenta ofertas laborales mínimas es el costo de oportunidad para la mano de obra calificada.

2.6.4.1 INTERPRETACIÓN DE EL RESULTADO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará progreso a una comunidad. Si el proyecto genera progreso con seguridad traerá consigo un beneficio social.

Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto.

Si el resultado es menor a 1 el proyecto se rechaza totalmente ya que no genera ningún beneficio ni desarrollo a la comunidad.

La relación Beneficio Costo del según las consideraciones de la relación Beneficio Costo Modificada ya que son considerados los costos de Operación y Mantenimiento del proyecto.

$$Ec. \# 34 \quad B/C_{modificada} = \frac{Beneficios - contrabeneficio - costos de O\&M}{Inversion Inicial}$$

O&M: Costos de Operación y Mantenimiento del Proyecto

2.6.5 Viabilidades del Proyecto

VIABILIDAD SOCIOECONÓMICA

Desde punto de vista de análisis costo-efectividad, el proyecto generará impactos sociales y ambientales muy positivos, en particular sobre la salud de los habitantes y población de San pablo. El proyecto tendría una alta viabilidad social; encontraría una buena receptividad en la población residente, por la mejora de la calidad ambiental de la comunidad.

No se esperan afecciones económicas ni oposición social al proyecto, al ser una necesidad sentida por la mayoría de la población. Si acaso, algunas reacciones negativas podrían venir de la mano de la población ubicada cerca de la PTAR en la medida que esta pueda generar malos olores, para lo que se considerarán las alternativas técnicas que más minimicen este impacto.

En este tipo de proyectos, de inversión social, en el que la toma de decisión sobre la conveniencia o no de ejecutar el proyecto es un asunto social, ambiental y económico más que financiero, sin resultados monetarios directos, el análisis costo/beneficio, la TIR y el VAN no representan gran sentido. Es difícil cuantificar cual será el rendimiento económico para los beneficiarios, aunque se espera vengan por la reducción de gastos de atención a problemas de salud, dinamización de la economía local y correspondiente mejora de los ingresos familiares de parte de la población y el correspondiente incremento de la oferta de puestos de trabajo, etc.; lo cual compensaría la sobrecarga familiar por el pago del servicio de alcantarillado sanitario.

VIABILIDAD FINANCIERA

La viabilidad financiera del proyecto depende de los datos sobre la disponibilidad a pagar de la población por el tratamiento de aguas residuales. Según la encuesta

realizada el 83 % de la población estaría dispuesta a pagar una pequeña tarifa por este servicio sanitario, 6% no pagaría por este servicio y el restante no sabe .En San Pablo el promedio de pago por el servicio de agua potable es bastante asequible, por lo que se espera que la capacidad de pago de la tarifa para sostener el funcionamiento del alcantarillado sanitario no signifique excesivo problema para la población usuaria.

VIABILIDAD AMBIENTAL

El proyecto persigue la mejora de la calidad ambiental del entorno, por lo que de partida la viabilidad ambiental no solo es un factor a considerar en el proyecto si no una de sus directrices principales.

Todos los estudios técnicos considerarán las alternativas que generen menor impacto en el medio ambiente, en especial en lo referente a la ubicación y al tipo de PTAR (por posibles malos olores). Los criterios de diseño para la PTAR deberán permitir un grado de depuración suficiente para reducir los niveles de DBO5 y sólidos en suspensión a rangos adecuados, como para permitir la descarga de las aguas al río.

VIABILIDAD TÉCNICA

El sistema recolector de alcantarillado será realizado con materiales y tecnología de uso habitual en el país para determinadas zonas rurales facilitando su mantenimiento, reparación y reposición. El diseño de la PTAR podrá en caso de ser lo más recomendable (bajo criterios económicos, financieros y ambientales).

VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Las instituciones están en la mejor disposición para abordar el problema del saneamiento básico de San Pablo y ejecutar este proyecto, ya que esta en lista de prioridad para ENACAL.

La priorización del alcantarillado sanitario por parte de la Municipalidad, y la actitud proactiva de la Sociedad civil organizada de cara al proyecto son también factores que contribuirán significativamente a la viabilidad institucional del proyecto.

2.7 Evaluación Impacto Ambiental y Leyes Ambientales

Según ((FISE), 2001)¹⁸ Se define un impacto ambiental, como cualquier cambio, alteración, o modificación en el ambiente, sea este positivo o negativo. Dentro de este contexto la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.

En una evaluación de los impactos ambientales es necesario, primeramente, realizar una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos, los cuales son resumidos, para la confección de la matriz de identificación y evaluación de impactos.

Con el propósito de cumplir con el objetivo antes señalado, un proceso de evaluación de impacto ambiental debe incluir una serie de características que

¹⁸ Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua.

lo hacen intrínsecamente una herramienta objetiva, eficaz e integral, en cuanto a lograr un análisis interdisciplinario de una acción determinada. Entre ellas destacan:

- Permitir establecer un conocimiento técnico-científico amplio e integrado de los impactos e incidencias ambientales de acciones humanas.
- Identificar anticipadamente los efectos ambientales negativos y positivos de acciones humanas y diseñar en forma oportuna acciones que minimicen los efectos ambientales negativos y que maximicen los efectos positivos.
- Permitir a la autoridad tomar decisiones de aprobación, rechazo o rectificación con pleno conocimiento de los efectos negativos y positivos que implica una acción humana.
- Permitir a la autoridad ejercer un debido control sobre la dimensión ambiental de las acciones, a fin de garantizar que ellas no perjudiquen el bienestar y salud de la población.
- Lograr la participación coordinada de los distintos actores involucrados. Esto incluye establecer los nexos entre las diferentes instancias públicas con competencia ambiental y la coordinación simultánea de éstas con los proponentes de las acciones, la ciudadanía y la autoridad superior.

LEY SOBRE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES:

Las Leyes en el país establecen las normas para: Conservación, Protección, Mejoramiento y Restauración del medio ambiente y recursos naturales, asegurando su uso sostenible, declarándolos de interés nacional; responsabiliza al estado, la sociedad y cada habitante de conservar, proteger, mejorar y restaurar los recursos naturales. Reafirma el derecho de toda persona de gozar de un medio ambiente sano, garantizado por el estado.

Las normas legales regulan aspectos tales como:

- Nociones de Evaluación de Impacto Ambiental
- Lineamientos de una política ambiental;
- Procedimientos para la evaluación de impacto ambiental;
- Protección del patrimonio cultural;
- Protección de áreas silvestres;
- Protección de la flora y la fauna;
- Niveles aceptables de contaminación del aire, agua y suelo;
- Actividades de producción de bienes y servicios, y
- Localización permitida para diferentes actividades productivas y de servicios.

Nos estaremos rigiendo bajo Las Normas Técnicas de Alcantarillados Sanitarios (INAA), el decreto 33-95 (Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias).

Para garantizar que los proyectos de infraestructura social de Agua y Saneamiento Rural que se ejecuten en los municipios sean ambientalmente sostenibles, entre otras cosas, MARENA cuenta actualmente con una Gestión Ambiental coordinada y participativa, basada en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso que exista duda acerca de las consecuencias ambientales de una acción determinada y mitigación de daños incorporada al ciclo de proyectos.

Consecuente con lo anteriormente expuesto, se han diseñado, aprobado y oficializado, instrumentos que rigen el accionar del MARENA en materia de gestión ambiental, mismos que se han constituido en modelo de referencia nacional ya que aportan al fortalecimiento de la gestión ambiental en los municipios. Estos instrumentos son:

Una POLÍTICA AMBIENTAL que retoma los principios rectores y lineamientos de carácter ambiental que rigen las acciones del Estado y la sociedad civil en todo el proceso de desarrollo del país con una visión de sustentabilidad. Adaptándose al entorno de la Misión, Visión y accionar del Nuevo Fondo de Inversión Social de Emergencia de Nicaragua.

Un SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL mediante el cual se procura un equilibrio entre el crecimiento económico, mejoramiento de vida de la población y protección de la biodiversidad, los recursos naturales y la calidad ambiental, lo que contribuye a la disminución progresiva de la brecha de pobreza y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, principalmente de los grupos sociales más vulnerables.

2.7.1 Instrumentos Ambientales del Sistema de Gestión Ambiental (SISGA) y Su Relación con el Marco Legal Nacional

En Nicaragua mediante el Decreto 76-2006 ((SISGA), 2001)¹⁹ se establecen las bases que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 5 categorías ambientales, a saber:

Categoría Ambiental I

Las obras, proyectos e industrias categoría I, son considerados proyectos especiales por su trascendencia nacional, binacional o regional, por su connotación económica, social, ambiental y, porque pueden causar Alto Impacto Ambiental Potencial, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales, Sectores pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso. En el caso de las Regiones Autónomas, el Consejo Regional respectivo en

¹⁹ Sistema de Gestión Ambiental (2001); *Decreto 76-2006 (SISGA)*; Managua, Nicaragua

coordinación con las Alcaldías Municipales y comunidades involucradas, emitirán sus consideraciones técnicas a MARENA expresada en resolución del Consejo Regional, para ser incorporadas en la resolución administrativa correspondiente.

Los proyectos que pertenecen a esta categoría son:

1. Proyectos de infraestructura de transporte vial de trascendencia nacional, binacional o regional o que atraviesan varias zonas ecológicas del país.
2. Proyectos de infraestructura portuaria y de atraque de embarcaciones de gran calado ya sean marítimo, fluviales o lacustre.
3. Proyectos de Canales fluviales de navegación a través de ríos y lacustre o canales interoceánicos.
4. Dragado de cursos o cuerpos de agua que conlleven a la extracción de un volumen de material igual o superior a 250,000 m³.
5. Exploración y explotación de hidrocarburos.
6. Líneas conductoras de fluidos de cualquier índole de trascendencia nacional, binacional o regional o que atraviesan varias zonas ecológicas del país.
7. Generación de energía hidroeléctrica superior a 100 MW.
8. Proyectos, obras, actividades e industrias que se desarrollen en cuencas compartidas con otros países.

Categoría Ambiental II

Las obras, proyectos, industrias y actividades considerados Categoría Ambiental II que pueden causar impactos ambientales potenciales altos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será Administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales pertinentes, las delegaciones territoriales de MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los

Consejos Regionales a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Algunos de los proyectos que pertenecen a esta categoría son:

1. Construcción de presas de cola y relave mineros.
2. Proyectos de Carreteras, autopistas, vías rápidas y vías suburbanas de nuevo trazado de alcance interdepartamental.
3. Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías suburbanas preexistentes, medido en una longitud continua de más de diez kilómetros (10 Km).
4. Nuevas Construcciones de Muelles y Espigones que incorporen dragados con una superficie igual o superior a un mil metros cuadrados (1000m^2).
5. Dragado de cursos o cuerpos de agua menores de doscientos cincuenta mil metros cúbicos ($250,000\text{ m}^3$). Con excepción de los dragados de mantenimiento de las vías navegables.
6. Presas que ocupen una superficie igual o superior a cien hectáreas (100 ha).
7. Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal superior a los 750 m^3 / día.
8. Sistema de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal superior a los 200 m^3 / día.

Categoría Ambiental III

Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes proceso de valoración Ambiental y emisión de la autorización ambiental correspondiente.

El proceso de valoración ambiental correspondiente quedará a cargo de las Delegaciones territoriales del MARENA o consejos regionales en el ámbito de su territorio. Será administrado por MARENA a través de las Delegaciones territoriales, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales y Municipales pertinentes, según el tipo de obra, proyecto, industria o actividad.

En el caso de las Regiones Autónomas, el Sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de la Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Algunos proyectos que pertenecen a esta categoría son:

1. Explotación de bancos de material de préstamo y proyectos de exploración y explotación de minería no metálica con un volumen de extracción inferior a cuarenta mil kilogramos por día (40,000 kg/día). En el caso de minerales que poseen baja densidad la unidad de medida será cuarenta metros cúbicos (40 m³).
2. Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías suburbanas preexistentes, medido en una longitud continua de menos de diez kilómetros (10 Km) y nuevas vías intermunicipales.
3. Nuevas construcciones de muelles y Espigones, que incorporen dragados menores de un mil metros cuadrados (1m²) o que no impliquen dragados.
4. Reparación de muelles y espigones.
5. Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal entre 150 y 750 m³ / día.
6. Sistema de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal inferior a los 200 m³ / día, siempre y cuando el efluente no contenga sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
7. Proyectos de captación y conducción de aguas pluviales para cuencas cuyas superficies sean entre 10 y 20 Km².

8. Obras de abastecimiento de agua potable. Planta potabilizadora con poblaciones mayores de cien mil (10,000) habitantes y campos de pozos.

Categoría IV

Agrupar algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo.

Categoría V

Agrupar algunos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su baja incidencia ambiental sólo deberían ajustarse a ciertos requisitos o normativas ambientales.

En el mismo Decreto 76-2006 se menciona que los proyectos que no estén contemplados en las 5 categorías antes mencionadas, se consideran proyectos de Bajo Impacto Ambiental Potencial y por lo tanto no están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental para el otorgamiento de un Permiso Ambiental ni requieren de la Autorización Ambiental del MARENA, quedando bajo la responsabilidad de las Alcaldías Municipales el otorgamiento de sus respectivos permisos, pudiendo establecer sus propios procedimientos para tal efecto.

2.7.2. Criterios de Evaluación Según la Clasificación del Proyecto ((FISE), 2001)²⁰

La evaluación de los proyectos FISE tiene como finalidad determinar la factibilidad técnica, económica-social y ambiental de las solicitudes de

²⁰ Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

financiamiento para proyectos de infraestructura sociales elegibles, confrontando los proyectos, objeto de evaluación, con las normas y parámetros definidos entre el FISE y los representantes de los sectores a que pertenecen los proyectos.

La evaluación ambiental, dentro del proceso general de evaluación, cumple la función de garantizar la incorporación de todos los estándares ambientales nacionales y particulares del FISE para el ámbito de las infraestructuras sociales. Sin embargo, este proceso puede ser aplicable no sólo a los proyectos FISE, sino a otros tipos de proyectos de interés público o municipal.

El procedimiento de evaluación ambiental es elaborado por el Evaluador del Proyecto, ya sea de la Gerencia de Evaluación del FISE y/o Gerencias de Desarrollo local del FISE.

La evaluación ambiental se realiza según los siguientes pasos:

Paso 1: Clasificación Ambiental de los proyectos

Paso 2: Evaluación preliminar

Paso 3: Evaluación de Campo

Paso 4: Evaluación de Gabinete

Una vez que el proyecto se clasifica ambientalmente, el procedimiento a seguir por el evaluador se basa en el siguiente cuadro de decisiones el cual indica los criterios de evaluación que se deberá seguir para cada proyecto según su clasificación:

Tabla 15

Clasificación de los criterios para la evaluación ambiental de los proyectos

CATEGORÍA DEL PROYECTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	DECISIÓN A TOMAR POR EL EVALUADOR
Categoría I:	Estos proyectos están obligados a presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y un Permiso Ambiental, según procedimientos de Ley de competencia exclusiva del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). Estos proyectos deberán ser aprobados por el MARENA, bajo las condiciones que establezca este Ministerio y no le serán aplicables la Evaluación de Sitios ni el Análisis Ambiental, aunque deben cumplir los Requisitos Básicos Ambientales de los Proyectos FISE.	El evaluador deberá revisar el EIA y el permiso del MARENA, así como, verificar el cumplimiento de los Requisitos Básicos Ambientales FISE y garantizar la incorporación de las medidas de mitigación en los alcances de obra y las especificaciones ambientales generales y específicas. (Ver detalles de este procedimiento)
Categoría II:	Estos tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deben llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo. (control ambiental tipo I)	El evaluador deberá verificar la Evaluación del emplazamiento. El evaluador deberá revisar el Análisis Ambiental. El evaluador deberá verificar el cumplimiento de los requisitos básicos ambientales durante la formulación del proyecto. El evaluador deberá garantizar incorporar en los alcances de obra las medidas de mitigación y las especificaciones ambientales generales y específicas. (ver procedimientos)
Categoría III	Estos proyectos no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su baja incidencia ambiental sólo deben ajustarse a los Requisitos Básicos Ambientales o normativas ambientales. (control ambiental tipo II)	El evaluador deberá verificar el cumplimiento de los requisitos básicos ambientales durante la formulación del proyecto. Si existiera algún tipo de medida de mitigación el evaluador deberá garantizar la incorporación en los alcances de obra y las especificaciones ambientales generales y específicas.
Categoría IV:	Estos proyectos no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y no requieren ningún tipo de consideración ambiental	No se evalúan los aspectos ambientales.

Nota: Fuente: Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) (2001). Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua.

2.7.3 Descripción General del Área de Influencia del Proyecto²¹

Se define como área de influencia todos los espacios geográficos donde se manifestaran los efectos negativos de las acciones sobre los factores ambientales que se localizan en la zona. Normalmente el área de influencia se determino de acuerdo a la topografía y la geografía del terreno donde se ubicara el sitio a explorar.

Se pude diferenciar lo que es el área de influencia directa y lo que es el área de influencia indirecta, entendiéndose la primera como aquella que recibe directamente los efectos negativos que implica la ejecución de todas las actividades del proyecto en tanto que la segunda a menudo es de mayores dimensiones y corresponde a aquellos espacios que resisten efectos negativos de forma indirecta.

2.7.4 Procedimientos de evaluación para los proyectos de categoría II.

1) VERIFICAR LA EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO

La evaluación del emplazamiento permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del proyecto, tales como:

- Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar el proyecto.
- Evitar efectos ambientales negativos del proyecto.
- Valorar e identificar aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entren en contradicción con el marco jurídico.

²¹ Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

- Evitar efectos sociales indeseables generados por el proyecto.
- Buscar la máxima adaptabilidad entre el sitio y el tipo de proyecto.

Procedimiento

La evaluación del emplazamiento se realiza según los siguientes pasos:

Paso 1. Se clasifica ambientalmente el proyecto: (Consultar los cuadros de clasificación ambiental de los proyectos). Una vez que el proyecto clasifica en la **categoría II**, se procede a realizar la selección de variables que serán utilizadas para evaluar el sitio.

Pasó 2: Se seleccionan las variables que serán utilizadas en la evaluación: Las variables a utilizar se seleccionan de acuerdo al tipo de proyecto. **(Ver Anexo # 6)** se presentan las variables que serán utilizadas para realizar la evaluación del emplazamiento del proyecto.

Si de forma excepcional, el tipo de proyecto que se desee evaluar no se encuentra expresado en el Cuadro. , la evaluación del emplazamiento puede realizarse a partir de considerar un grupo de variables mínimas. Las Variables mínimas a considerar deben ser:

- Sismicidad
- Deslizamientos
- Vulcanismo
- Hidrología
- Hidrogeología
- Mar y Lagos
- Calidad del Suelo
- Rangos de pendiente
- Accesibilidad
- Consideraciones urbanísticas
- Desechos sólidos y líquidos
- Fuentes de contaminación

- Incompatibilidad de la infraestructura
- Conflictos territoriales
- Marco legal
- Participación ciudadana
- Plan de inversión municipal y sostenibilidad

Pasó 3: Después de seleccionar las variables que se corresponden con el tipo de proyecto, se utiliza el cuadro de evaluación y el histograma para proceder a evaluar el emplazamiento.

Pasó 4: Antes de realizar la visita al sitio, será necesario consultar las distintas fuentes de información que se tenga sobre el territorio donde se emplaza el proyecto.

Entre las fuentes a consultar se encuentran:

- Estudios ambientales del territorio
- Mapas de Riesgo o mapas de amenazas
- Mapas de uso del suelo
- Estudios antropológicos, socioeconómicos o arqueológicos del territorio
- Otras fuentes

Pasó 5: Visita al sitio: Esta etapa es muy importante porque deberá verificarse toda la información necesaria para llenar el histograma.

HISTOGRAMA

La evaluación del emplazamiento se realizará mediante el llenado de un histograma que consta de tres partes:

- 1) Valoración de variables
- 2) Cálculo matemático y evaluación de elegibilidad del sitio
- 3) Observaciones sobre los resultados y firma.

La primera parte consta de tres columnas, que son:

- a) **Relación de variables:** Se relacionan todas las variables que podría contener una evaluación del emplazamiento
- b) **Para uso del formulador o facilitador:** En esta columna el formulador o facilitador valora las variables que serán objeto de evaluación, según la selección anteriormente explicada, los valores posibles para cada variable son: No aplica: Quiere decir que no se valora, 1, 2 ó 3, según el “Cuadro para la evaluación del emplazamiento” (**Ver Anexo 6 Tabla # 52**).
- c) **Para uso del evaluador:** Es una columna idéntica a la que utiliza el formulador o el facilitador.

La evaluación de cada variable se hará contando con la información de las características, ambientales del territorio donde se emplazará el proyecto se rellenará o se hará una marca de los valores obtenidos en escala (E) que va desde un valor 1 hasta 3 por cada variable objeto de estudio. Los valores a otorgar en la escala de 1 a 3 podrán ser seleccionados en el cuadro de Evaluación antes mencionado. El cuadro ha sido elaborado considerando tres rangos de situaciones que se pueden presentar en cada variable y su significado es el siguiente:

- **Los valores de 1** en la escala representan las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa
- **Los valores de 2** en la escala representan situaciones intermedias de riesgos, peligros o ambientalmente aceptables con limitaciones con el tipo de proyecto que se evalúa

- **Los valores de 3** en la escala representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente.

La columna **P** corresponde con el peso o importancia del problema, así, las situaciones más riesgosas o ambientalmente incompatibles tienen la máxima importancia o peso **(3)**, mientras que las situaciones no riesgosas o ambientalmente compatibles tienen la mínima importancia o peso **(1)**, mientras que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia media **(2)**.

La segunda parte del histograma está destinada para los cálculos matemáticos de los valores registrados.

Tabla 16

Ejemplo de la parte del histograma que se utiliza para el cálculo matemático:

Suma de la cantidad de veces que se repite el valor de E

Cantidad de veces que se repite el valor de E=1

Cantidad de veces que se repite el valor de E=2

Cantidad de veces que se repite el valor de E=3

FRECUENCIA (F)	SUMA				SUMA	
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPx F)	Valor A	O sea: 1x3xF	O sea: 2x2xF	O sea: 3x1xF		
PESO x FRECUENCIA (Px F)	Valor B	3xF	2xF	1xF		
VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)	Se divide A/B	Este espacio no se llena				
RANGOS/SIGNIFICADOS	1-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	1.6-2.0	2.1-2.5	>2.5

El valor de la División A/B se ubica dentro de los 4 rangos que se muestran

La fila Frecuencia (F) se refiere a la frecuencia, o sea la cantidad de veces que en el histograma se obtiene la misma evaluación o escala.

En la fila Escala x Peso x Frecuencia (E x P x F), se multiplican los tres valores, o sea la escala, la evaluación por el peso y la importancia por la frecuencia.

Mientras que en la fila Peso x Frecuencia (P x F) se multiplican sólo los valores del Peso y la importancia por la Frecuencia

Posteriormente se suman los valores totales de la fila ExPxP y los valores de la fila PxP y se depositan en la columna que dice SUMA

Finalmente se divide la suma total de la fila (ExPxP) entre la suma total de la fila (PxP) y se deposita en la fila que dice VALOR TOTAL.

Este valor se aproximará a un entero y un decimal y de esta forma el valor obtenido se enmarca en un rango que puede ser: 1 – 1.5, 1.6 – 2.0, 2.1 – 2.5 y > 2.5

Significado de la evaluación.

Finalmente como se puede apreciar el valor total del histograma oscilará entre 1 y 3 teniendo el siguiente significado de acuerdo a ((FISE), 2001)²²

- **Valores entre 1 y 1.5** significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso, con alto componente de riesgo a desastres y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizarán el servicio. Por lo que el FISE recomienda **no elegible el sitio para el desarrollo de inversiones** y recomienda la selección de otro lugar.
- **Valores entre 1.6 y 2.0** significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen

²² Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentarse otra alternativa el FISE estudiará de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

- **Valores entre 2.1 y 2.5** significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio **elegible** siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos:
 - Sismicidad
 - Deslizamientos
 - Vulcanismo
 - Mar y lagos
 - Fuentes de contaminación
 - Marco legal

- **Valores superiores a 2.6** significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión. Siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos:
 - Sismicidad
 - Deslizamientos
 - Vulcanismo
 - Mar y lagos
 - Fuentes de contaminación
 - Marco legal

2) Revisar y corregir el Análisis Ambiental.

El Análisis Ambiental es un instrumento para utilizarse en la fase de factibilidad del proyecto (se incorpora durante la formulación del proyecto) y permite identificar y valorar la situación ambiental del medio con o sin proyecto, así como incorporar las medidas de mitigación y de respuestas ante desastres.

El Análisis Ambiental es un instrumento de gestión que permite:

- Valorar las características ambientales del entorno donde se ubica el proyecto (sin considerar el proyecto)
- Valorar los potenciales impactos ambientales que puede ocasionar el proyecto
- Incorporar las medidas de mitigación que se deben cumplir por parte del dueño del proyecto para minimizar o corregir los potenciales impactos negativos que pudiera generar el proyecto
- Incorporar las medidas de respuestas ante riesgos a desastres (plan de contingencia).

Para realizar el Análisis Ambiental será necesario contar, entre otras, con la siguiente información:

- Conocimiento exhaustivo del sitio y el área de influencia o cobertura del proyecto
- Conocimiento exhaustivo del proyecto
- Resultados de la evaluación de emplazamiento
- Sí existieran mapas o planos de usos del suelo, de desarrollo urbano y de riesgos
- Requisitos Básicos Ambientales del proyecto
- Autodiagnóstico comunitario (si se realizó)

Procedimiento

Una vez recopilada la información se debe resumir la información por factores ambientales, asociándolos en **el modelo de la “Matriz causas a efectos” que se utiliza para identificar y valorar la calidad ambiental del medio sin considerar el proyecto.** ((FISE), 2001)²³

Alteraciones Ambientales

Causas

En la columna que dice CAUSAS se enumerarán para cada factor ambiental las principales acciones humanas que estén incidiendo de forma negativa en la calidad ambiental del sitio.

Efectos

En la columna EFECTOS se relacionan las consecuencias que se observan sobre el medio ambiente debido a las acciones anteriormente señaladas.

Si no existiera deterioro de la calidad ambiental de un factor no será necesario llenar los espacios de CAUSAS y EFECTOS. Así mismo, si no se observan CAUSAS, no debe haber EFECTOS, y tampoco deben existir EFECTOS sin CAUSAS.

La valoración de la calidad ambiental

Después que se han identificado los Factores Ambientales, con las causas del deterioro y sus correspondientes efectos, se procede a la valoración de cada efecto observado, asignando los valores, según los criterios que se muestran en el siguiente cuadro:

²³ Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

Tabla - 17

Criterios para valorar la calidad de los diferentes factores ambientales

CRITERIOS	CALIDAD AMBIENTAL		
	Valor = 3	Valor = 2	Valor =1
Intensidad de los problemas ambientales observados en el sitio para cada factor	BAJA O no existen problemas	MEDIA	ALTA
Superficie afectada por el problema	Se observa sólo en el sitio aislado (puntual) o no se observa	Se observa más allá del sitio (parte del territorio)	Se observa en todo el municipio más allá
¿Se puede recuperar el medio Ambiente?	SI (en el plazo de 1 año)	SI (entre 1 y 10 años)	NO
Duración de los problemas ambientales observados	Menos de 1 año O no hay problemas	Entre 1 y 5 años	Más de 6 años
Cantidad de población de la comunidad próxima al sitio afectada	Menos del 25 % o no hay población afectada	Entre el 26% el 50%	Mas del 50%

Nota: Cuando haya población próxima al proyecto la valoración de la fauna no aplica. Fuente: Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

2.7.5 Identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Los impactos deben identificarse mediante una relación Causa-Efecto (similar a la anterior), donde la causa está asociada a una acción del proyecto (grupos humanos), capaz de generar una alteración o cambio importante sobre un factor ambiental y los efectos son la manifestación o alteración propiamente dicha.

Los impactos se determinan por las acciones o actividades del proyecto, tanto para la fase de construcción como durante la operación o vida útil del proyecto,

este análisis o identificación de los impactos ambientales del proyecto se realizan por medio de la siguiente matriz:

Tabla 18

Matriz de Identificación de Impactos

ESTADIO DEL PROYECTO	ACCIONES DEL PROYECTO	EFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

Los significados de la matriz son los siguientes:

Estadio del proyecto: Se refiere si es durante la construcción o el funcionamiento.

Acciones del Proyecto: Acciones del proyecto que pueden causar impactos

Efectos: Alteración que pueda producirse sobre una variable o un factor debido a una acción impactante. Las acciones impactantes pueden causar varios efectos

Factor Ambiental: Especificar el factor ambiental al cual pertenece la variable.

La matriz debe hacerse identificando en primer orden los impactos producidos por la fase **CONSTRUCCIÓN** y a continuación para la fase de **FUNCIONAMIENTO**.

3) VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO.

Después de identificar todos los impactos según se muestra en la **matriz de los impactos ambientales que genera el proyecto**, se debe proceder a la valoración de la importancia con el propósito de determinar los impactos más relevantes, según los efectos que éstos causan.

2.7.5.1 Impactos que habrían en la Etapa de Construcción

En el caso que se construyera el sistema de alcantarillado en la comunidad de San Pablo, se identificarían los siguientes impactos:

- Erosión del suelo por remoción de la capa vegetal y tala de árboles
- Afectación de la calidad del suelo y del río por el desvío temporal del cauce del río.
- Generación de Ruidos
- Generación de polvos (material particulado) y gases de combustión
- Generación de desechos líquidos
- Generación de desechos sólidos No peligrosos
- Generación de desechos sólidos peligrosos
- Migración temporal de aves y micro fauna
- Conflictos por expropiaciones
- Oferta de empleo local
- Accidentes laborales como consecuencia de la construcción
- Aumento en la demanda de servicios locales

2.7.5.2 Impactos que habría en la Etapa de Operación

Se identificarían los siguientes impactos en la etapa de operación:

- Ruido y malos olores en estaciones de bombeo
- Generación de olores por falta de control en las lagunas
- Afectación del suelo por infiltraciones de aguas residuales
- Afectación de receptores hídricos por descargas de aguas residuales mal tratadas.
- Impacto visual por la implantación de las lagunas
- Eliminación de pozos sépticos de las viviendas
- Disminución de enfermedades hídricas

- Aumentos en la plusvalía de los predio
- Mejoras en la afluencia del turismo local

El Proceso de valoración de los impactos del proyecto se realizará mediante el uso de una matriz como la que se muestra a continuación:

Tabla 19

Matriz de valoración

CAUSA	EFECTO	CRITERIOS (consultar cuadro de criterios para valorar la calidad ambiental)					PROM.
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
Valor Promedio del estado actual del medio							

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

Los criterios utilizados para valorar la calidad ambiental pueden ser consultados en la Tabla 20 a continuación:

Tabla- 20

Significado de los criterios utilizados para valorar la calidad ambiental

CRITERIOS	SIGNIFICADOS
Intensidad de los problemas ambientales observados en el sitio para cada factor	<p>La intensidad se valora por el grado de deterioro o daño ambiental, según el nivel de percepción que tiene la persona que efectúa la valoración, ya sea observada en el sitio o la que pueda ocasionar un proyecto. Esta puede tener tres escalas de valoración:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BAJA O no existen problemas (los daños ambientales son poco significativos o no existen). Tendrá una puntuación 3 • MEDIA (los daños ambientales pueden ser importantes y alterar algún componente ambiental). Tendrá una puntuación 2 • ALTA (los daños ambientales son altos, varios factores pueden afectarse). Tendrá una puntuación de 1
Superficie afectada por el problema	<p>Se refiere a la extensión territorial del daño o el problema ambiental. Tiene tres escalas de análisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se observa sólo en el sitio aislado (puntual) o no se observa. Tendrá una puntuación 3 • Se observa más allá del sitio (parte del territorio). Tendrá una puntuación 2 • Se observa en todo el municipio más allá. Tendrá una puntuación de 1
¿Se puede recuperar el medio Ambiente?	<p>Se refiere al tiempo estimado para la recuperación del medio ambiente según el daño observado, ya sea mediante medidas de mitigación o de forma natural. Tiene tres valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SI (en el plazo de 1 año). Tendrá un valor de 3 • SI (entre 1 y 10 años). Tendrá un valor de 2 • NO (imposible de recuperar). Tendrá un valor de 1
Duración de los problemas ambientales observados	<p>Este atributo se refiere a la duración estimada de los efectos ambientales negativos observados. Tiene tres escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menos de 1 año O no hay problemas. Tendrá una puntuación de 3 • Entre 1 y 5 años. Tendrá una puntuación de 2 • Más de 6 años. Tendrá una puntuación de 1
Cantidad de población de la comunidad próxima al sitio afectada	<p>Se refiere a la cantidad de población en por ciento afectada por los problemas ambientales, con respecto a la cantidad de personas de las comunidades próxima al sitio. Tiene tres escalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menos del 25 % o no hay población afectada. Tendrá una puntuación de 3 • Entre el 26% el 50%. Tendrá una puntuación de 2 • Más del 50%. Tendrá una puntuación de 1

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

2.7.6 Pronóstico de la calidad ambiental

El pronóstico de la calidad ambiental permite establecer una diferencia entre los estados de la Calidad Ambiental del medio ambiente sin el proyecto y la Calidad del Medio Ambiente con el proyecto. Para ello deben de destacarse cuáles son los principales problemas ambientales observados en el medio sin proyecto y cuáles son las posibles alternativas que debería emprender el municipio para mejorar los problemas encontrados, así como destacar los principales impactos que produce el proyecto que deben ser objeto de medidas de mitigación.

Como una guía para realizar el pronóstico de la calidad ambiental se pueden utilizar los criterios que se muestran en la Tabla 21.

2.7.6.1 Criterios generales para realizar el pronóstico de la calidad ambiental

Tabla 21

VALOR DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROYECTO	Valor Promedio	VALOR DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL MEDIO ANTES DEL PROYECTO		
		Valor =1	Valor =2	Valor =3
	Valor =1	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene severos daños ambientales. Se necesitan medidas y proyectos de restauración ambiental y el proyecto genera significativos impactos ambientales que se acumulan a los problemas existentes. Se necesitan costosas medidas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Los proyectos de infraestructuras pueden recibir daños como consecuencia del deterioro ambiental existente. Se requiere un seguimiento ambiental permanente del proyecto	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene algunos daños ambientales. Podrían necesitarse proyectos de restauración ambiental, pero la estrategia prioritaria debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera significativos impactos ambientales que se acumulan a los problemas existentes. Se necesitan importantes medidas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Los proyectos de infraestructura pudieran confrontar algunas limitaciones como consecuencia del deterioro ambiental existente.	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental. La estrategia debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera significativos impactos ambientales que deben ser controlados. Se necesitan importantes medidas específicas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Se requiere un seguimiento ambiental permanente del proyecto
	Valor =2	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene severos daños ambientales. Se necesitan medidas y proyectos de restauración ambiental y el proyecto genera de importantes a moderados impactos ambientales que se acumulan a los problemas existentes. Se necesitan medidas específicas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Aunque el proyecto puede mejorar la calidad ambiental del entorno. Se justifican los proyectos de infraestructura social. Los proyectos de infraestructuras pueden recibir ocasionalmente daños como consecuencia del deterioro ambiental existente.	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene algunos daños ambientales. Podrían necesitarse proyectos de restauración ambiental, pero la estrategia prioritaria debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera importantes impactos ambientales que requieren importantes medidas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Los proyectos de infraestructura pudieran confrontar algunas limitaciones como consecuencia del deterioro ambiental existente. Se requiere un seguimiento sistemático ambiental del proyecto	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental, a pesar de limitaciones aisladas. La estrategia debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera importantes impactos ambientales que necesitan importantes medidas específicas de mitigación de los impactos ambientales del proyecto. Se requiere un seguimiento sistemático ambiental del proyecto
	Valor =3	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene severos daños ambientales. Se necesitan medidas y proyectos de restauración ambiental y el proyecto no genera importantes impactos ambientales Solo se necesitan medidas generales de prevención ambiental. Los proyectos contribuyen a elevar la calidad ambiental del área de influencia	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene algunos daños ambientales. Podrían necesitarse proyectos de restauración ambiental, pero la estrategia prioritaria debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera INSIGNIFICANTES impactos ambientales que se pueden mitigar con medidas generales de mitigación. Se justifican los proyectos de infraestructura social. Esta condición se puede considerar como de EQUILIBRIO	El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental La estrategia debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera INSIGNIFICANTES impactos ambientales que se pueden mitigar con medidas generales de mitigación. Se justifican los proyectos de infraestructura social. Esta condición se puede considerar como de EQUILIBRIO OPTIMO.

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

2.7.7 Plan de Mitigación de los Impactos Ambientales

El programa de mitigación tiene por objeto prevenir los efectos adversos de los impactos ambientales negativos generados por el proyecto, así como definir el o los responsables de la ejecución de las medidas y determinar el costo en que se incurre por prevenir ese efecto adverso.

Las medidas de mitigación se clasifican en:

- Medidas de Ingeniería
- Medidas de Manejo
- Revisión de políticas y normas

Las dos primeras son las más conocidas y se utilizan frecuentemente en los proyectos. De ellas las medidas de Ingeniería son las más usuales y es donde se incluyen el tratamiento de desechos o el uso de equipos y/o materiales alternativos con el objeto de mejorar las descargas y emisiones al medio ambiente y la responsabilidad de la introducción de estas medidas es de los formuladores.

La revisión de política se enmarca en una etapa donde después de haber considerado las medidas de ingeniería y manejo, puede que con ellas no sea factible alcanzar las normas o criterios ambientales existentes. En este caso puede ser conveniente la revisión de políticas que comprenden una comparación entre la necesidad de realizar el proyecto y la posibilidad de cumplir con las normas y/o criterios ambientales existentes.

En el siguiente cuadro se resume el contenido mínimo exigido para elaborar un Plan de Mitigación de los impactos ambientales negativos anteriormente identificados y valorados, que genera el proyecto.

Tabla- 22

Guía para la confección del Plan de Medidas de Mitigación

Impacto que se Pretende Mitigar	Efecto a Corregir sobre un Factor Ambiental	Descripción de las Medidas	Costo de la Medida	Responsable de la Gestión de la Medida

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

Significados:

Impacto que se pretende mitigar: Relacionar la causa que produce el efecto

Efecto a corregir sobre un factor ambiental: Describir el efecto que se pretende corregir sobre un factor ambiental a través de la medida

Descripción de las medidas: Se deben relacionar las medidas de mitigación que se proponen incorporar

Responsable de la gestión de la medida: Especificar sobre quién recae la responsabilidad directa por el cumplimiento de la medida.

2.7.8 PLAN DE CONTINGENCIA ANTE LOS RIESGOS A DESASTRES NATURALES Y ANTRÓPICOS.

El plan de contingencias ante desastres tiene el propósito de definir las acciones que deben realizarse para prevenir los efectos adversos de los desastres ante la presencia de un alto peligro en el sitio.

A continuación se enumeran las acciones que se deben realizar para prevenir o mitigar los efectos adversos del peligro mediante la siguiente tabla:

Tabla- 23

Acciones de Mitigación

VARIABLE (Tipo de peligros)	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTINGENCIAS	RESPONSABLE
SISMICO	Programa de sensibilización a la comunidad, sobre los sismos, conductas a seguir durante un sismo, definir lugares seguros para refugios, realizar simulacros con la comunidad o beneficiarios del proyecto y las organizaciones comunales	Autoridades comunitarias
CONTAMINACIÓN, PELIGROS DE INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN	Programa de Educación, sobre los peligros de incendio, explosión o contaminación determinar los sitios, expuestos y sitios seguros, determinar formas de evacuación, conductas a seguir, planes mancomunados entre las autoridades municipales y la comunidad	Autoridades comunitarias

Nota: Fuente, Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

2.7.9 Requisitos técnicos ambientales específicos para proyectos de infraestructura tratamiento y depuración de aguas negras.

Los proyectos destinados a Infraestructuras de Saneamiento cumplirán todos los Requisitos Técnicos Generales estipulados en los numerales comprendidos en el tópico IV.16 REQUISITOS TECNICOS AMBIENTALES GENERALES. ((FISE), 2001)²⁴

²⁴ Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).(2001) *Manual de Normas y Procedimientos; Principales Instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental*. El Nuevo FISE. Managua, Nicaragua

IV.16.2 Requisitos sobre la Red Alcantarillado

IV.16.2.1. La red de Alcantarillado cumple la función de conducir las aguas negras desde las fuentes de generación hasta la planta de tratamiento y debe ser diseñada para una vida útil de 20 a 30 años. Así mismo, el diseño del sistema deberá demostrar que ha sido tomado en consideración el crecimiento de la población durante la vida útil del proyecto.

IV.16.2.2. La Red de Alcantarillado deberá excluir en lo posible la conducción de aguas provenientes del drenaje pluvial y la infiltración de las aguas de lluvia.

IV.16.2.3. El diseño de la red de alcantarillado deberá considerar como límite del proyecto la incorporación de las áreas habitadas y sus áreas adyacentes, valorando las tendencias de crecimiento urbano según el Plan de Desarrollo del asentamiento Humano, así como, la topografía y la densidad de las diferentes áreas que tomen en cuenta el cálculo adecuado de los gastos y los diámetros de tuberías.

IV.16.2.4. Las redes de alcantarillados no deben trazarse próximas a las Redes de Acueducto y siempre debe procurarse que éstas queden en un plano superior con respecto a la Red de Alcantarillado

IV.16.2.5. La red de alcantarillado debe tener pendientes que permitan la rápida evacuación de las excretas, pero no a velocidades excesivas (No mayor del 2%). Los conductos deben ser rígidos y herméticos de forma tal que no permitan la fuga de gases ni de líquidos.

IV.16.2.6. Toda red de alcantarillado debe contar con un sistema de tratamiento situado al final del sistema. La red de alcantarillado no podrá descargar a ríos o cualquier forma de agua superficial si el efluente no cumple con los requisitos de descarga estipulados en Decreto 33/95.

IV.16.2.7. Se prohíbe el vertido a la red de alcantarillado de aguas residuales con temperaturas mayores de 37 grados, cuando sean capaces de crear una reacción ácida fuerte, añadir hidrocarburos, colorantes o cualquier tipo de sustancias tóxicas. En el caso de residuales líquidos industriales debe estudiarse cuidadosamente las características del agua residual y decidir el sistema de tratamiento a usar.

IV.16.3. Requisitos del Sistema de Tratamiento

IV.16.3.1. Debido a la agresividad de los residuales líquidos, éstos deben ser descargados de manera que no afecten a la salud e higiene de la población.

IV.16.3.2. Todo proceso encaminado al diseño de sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas debe considerar:

- Vertido de caudales en exceso superando la estructura de entrada.
- Tratamiento preliminar y separación de los sólidos orgánicos (suspendidos, coloidales y disueltos), con la finalidad de proteger el funcionamiento de la planta de tratamiento, así como, reducir el efecto estético negativo en las plantas de tratamiento. El tratamiento preliminar del agua residual se aplica para arenas (finas y gruesas), gravas y piedras que puedan ser arrastradas por la tubería, así como otros sólidos tales como residuos textiles, papeles y cualquier otro sólido que pudiera haberse descargado incontroladamente al sistema de tuberías. Las opciones de pre tratamiento pueden considerar uso de rejas, bombas, rejillas y trituradores, desarenadores, lavadores de arena, estanques de pre aireación y de flotación, tratamientos químicos y floculación.
- Proceso de sedimentación – flotación, para provocar la separación física de los materiales en suspensión presentes en el líquido residual procedentes del pre tratamiento, con el fin de que tales materiales sean separados del agua residual. El proceso puede incluir estanques sedimentación, clarificación y

densificadores para la remoción mediante la sedimentación de sólidos suspendidos sedimentables de naturaleza floculante y de densidades mayores a la del agua, pero menores de la arena y de estanques de desgrasadores, para remover partículas sólidas o líquidas de densidades menores a las del líquido que las contiene. Las unidades de sedimentación – floculación no logran eficiencias mayores en la remoción de la DBO_5 mayor del 40 %.

- Tratamiento Primario, que persigue como objetivo reducir de forma significativa, entre otros aspectos, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) por medio de la separación de los sólidos orgánicos, con una eficiencia entre el 50 y el 70%. La adición de coagulantes y pre coagulantes debe efectuarse mediante mezcladores mecánicos que permitan la turbulencia necesaria, para lograr una mezcla homogénea.
- Tratamiento secundario, el que debe aplicarse adicional al primario concebido para lograr remover entre el 85 y 100% de la demanda bioquímica de oxígeno el residual crudo. Pueden aplicarse tratamientos secundarios mediante lodos o barros activados, zanjas de oxidación, filtros biológicos percoladores o de goteo y sus variantes, lagunas de estabilización (aerobias, facultativas y anaerobias), de oxidación (oxigenación fotosintética y aireadas).
- El efluente final del tratamiento secundario de la planta de tratamiento de aguas servidas domésticas deberá cumplir con los rangos límites establecidos en el Decreto 33/95 sobre las disposiciones para la descargas a cuerpos receptores.

IV.16.3.3. Todo proyecto de Tratamiento de Desechos Líquidos deberá cumplir con los parámetros de descarga de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias, según el Decreto 33/95 (Gaceta Oficial No.118 del 26-695), que entre otros establece lo siguiente:

- Arto. 13: Los lodos removidos de los sistemas de tratamiento deberán ser manejados de acuerdo a las opciones tecnológicas recomendadas por MARENA. La disposición final de los mismos deberá contar con un aval de la misma institución, así como el permiso sanitario del MINSA.
- Arto. 14: Se prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas residuales tratadas o no tratadas de origen doméstico, industrial y agropecuario a los ecosistemas de lagos volcánicos.
- Art. 16: Los valores de los parámetros de las descargas residuales domésticas a redes de alcantarillado sanitario y cuerpos receptores, se obtendrán del análisis de muestras compuestas que resulten de la mezcla de muestras simples, tomadas estas en volúmenes proporcionales al caudal, medido en el sitio y en el momento de muestreo, de acuerdo con la Tabla 24:

Tabla 24
Intervalos de toma de muestras

HORAS POR DIA DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRA	INTERVALO ENTRE TOMAS DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
24 HORAS	12	1	2

Nota: Fuente Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Nicaragua(MARENA) (1995). Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias. Decreto No33-55.

- Arto.19.-Los parámetros de calidad de vertidos líquidos que sean descargados en las redes de alcantarillado provenientes de vertidos domésticos y actividades industriales y agropecuarias autorizadas deberán cumplir los rangos límites permisibles siguientes:

Tabla- 25

Parámetros de calidad de vertidos líquidos en A.S

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	LIMITES MAXIMOS O RANGOS
TEMPERATURA °C	50
PH	6 - 10
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (Micromhos/cm)	5000
ACEITES Y GRASAS TOTALES (mg/lts)	150
ACEITES Y GRASAS MINERALES (mg/lts)	20
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (mg/l) (DBO5 A 20 °C	400
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) (mg/l)	900
FOSFORO TOTAL	Se definen en dependencia del cuerpo receptor
NITROGENO TOTAL	
SÓLIDOS FLOTANTES	Ausentes
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	400
SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	1500
MERCURIO (mg/l)	0.02
ARSENICO (mg/l)	1.0
CADMIO (mg/l)	1.0
CROMO HEXAVALENTE (mg/l)	0.5
CROMO TRIVALENTE (mg/l)	3
CIANURO (mg/l)	2
COBRE (mg/l)	3
PLOMO (mg/l)	1
FENOLES (mg/l)	1
NIQUEL (mg/l)	3
ZINC (mg/l)	3
PLATA (mg/l)	5
SELENIO (mg/l)	5
SULFUROS (mg/l)	5
SUSTANCIAS TENSOACTIVAS QUE REACCIONAN AL AZUL DE METILENO (mg/l)	10
HIERRO (mg/l)	50
CLORURO (mg/l)	1500
SULFATOS (mg/l)	1500
FLUORUROS (mg/l)	50

Nota: Fuente Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Nicaragua(MARENA) (1995). Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias. Decreto No33-55.

- Art. 22. Los límites máximos permisibles de Coliformes fecales medidos como números más probable no deberán exceder de 1000 por cada 100 ml

en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 5000 por cada 100 ml.

- Arto.23.-Los parámetros de calidad de vertido líquido provenientes de los sistemas de tratamientos de los alcantarillados que sean descargados directamente a los cuerpos receptores, deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles expresados a continuación

Para poblaciones hasta 75,000 habitantes:

Tabla 26

PARAMETROS	RANGOS Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO
PH	6-9
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/l)	100
GRASAS Y ACEITE (mg/l)	20
SÓLIDOS SEDIMENTABLES (mg/l)	1.0
DBO (mg/l)	110
DQO (mg/l)	220
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (mg/l)	3

Nota: Fuente Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Nicaragua(MARENA) (1995). Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias. Decreto No33-55.

- Arto.24.-Los límites máximos permisibles de Coliformes fecales medidos como número más probable no deben exceder de 1000 por cada 100 ml en el 80 % de una, serie de nuestras consecutivas y en ningún caso superior a 5000 por cada 100 ml.

En el caso de que se identifiquen descargas que a pesar del cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el presente artículo causen efectos

negativos a los cuerpos receptores, o a la salud pública MARENA conjunto con el MINSA fijará condiciones particulares para los diferentes tipos de uso (Consumo humano, recreación, acuacultura, pesca, etc.)

- Arto.25.-Los rangos y límites máximos permisibles para el fósforo total y el nitrógeno total serán fijados por MARENA de acuerdo a las características del cuerpo receptor.
- Art. 58 No se permite descargar o infiltrar en el suelo o subsuelo aguas residuales que no cumplan con los límites máximos permisibles expresados en los capítulos anteriores, su disposición final deberá contar con autorización del MARENA

IV.16.4. Todo diseño de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales deberá cumplir con lo estipulado en la Normativa Ambiental establecida por el INAA 1999.

IV.16.6. Las Plantas de tratamiento de residuales líquidos deben contar con un plan de mantenimiento y conservación, que incluya la extracción y secado de lodos. Así mismo debe quedar definido en el proyecto el sitio de disposición final de lodos debidamente aprobado por el MARENA.

IV.16.7. Toda Planta de tratamiento debe contar con un programa de vigilancia donde se controlen los parámetros más importantes sobre la eficiencia tales como: PH, DBO₅, Temperatura, Mediciones de caudal, Velocidad y Dirección del Viento.

Dentro de uno de los objetivos del EIA, esta la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental, este plan incluye:

- Plan de Mitigación y Control de Impactos
- Plan de Contingencias y Emergencias
- Plan de Seguridad y Salud Ocupacional
- Plan de Manejo de Desechos Sólidos
- Plan de Relaciones Comunitarias

- Plan General de Mantenimiento
- Plan de Abandono de Obras

El Plan comprende además con la elaboración de fichas de atenuación de impacto y sus respectivas especificaciones, el cronograma de la aplicación de las medidas y sus respectivos presupuestos por cada medida a implementarse.

2.7.10 PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL.

El programa de gestión ambiental se elaboran considerando todas las acciones que requieren ser controladas y supervisadas en este tipo de proyecto, durante sus etapas para evitar controlar y /o revertir los impactos ambientales negativos. Para lo cual se efectuara monitoreo y seguimiento del proyecto el que se llevara a cabo de la siguiente manera:

2.7.10.1 Plan de monitoreo del proyecto.

Este se realizara para evitar los impactos negativos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer la efectividad de las diferentes medidas de mitigación implementadas para disminuir dichos impactos.

El plan de monitoreo se pretende verificar los eventuales cambios en los parámetros ambientales y socioeconómicos estudiados, detectar si los cambios en los componentes ambientales se deben a la ejecución del proyecto así como evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.

2.7.10.2 Plan de seguimiento ambiental

Este permitirá verificar y evaluar si se está cumpliendo con el buen funcionamiento del proyecto en sus diferentes etapas y de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

Capítulo III:

Sistema de Alcantarillado Propuesto

Tabla 27

3.1 RESUMEN DE LOS CRITERIOS TÉCNICOS ADOPTADOS	
Índice de habitantes por vivienda	6 Hab./Viv
Número de viviendas a servir	407 viviendas
Total de viviendas	420 viviendas
Población total	2,522 habitantes
Cobertura	97.00%
Población de diseño	4,133 habitantes
Período de diseño	20 años
Dotación per cápita de agua potable	75 lppd
Factor de retorno de aguas servidas	0.80
Caudal de infiltración para PVC	2l/100m/ø25 mm
Velocidad mínima	0.60 m/s
Velocidad máxima	1.25 m/s.
Pendiente mínima	0.63 %.
Pendiente máxima	4.99%
Profundidad mínima de la corona	1.20 m.
Coeficiente de fricción de Manning	0.009.
Factor de Harmon	3.0.
Diámetro mínimo tuberías secundarias	ø6"

3.2 Estudio Poblacional

3.2.1 Población Actual

De acuerdo Tabla 1, la población actual es de 2,522 habitantes.

3.2.2 Población de Diseño

La población de diseño se calculo utilizando el método de Proyección Geométrica recomendado por ENACAL en las guías técnicas para el diseño de Alcantarillado

sanitario y sistemas de Tratamiento de aguas residuales. Con un periodo de diseño de 20 años. Y una tasa de crecimiento del 2.5%.

Utilizando **Ecuación . # 1**

$$P_n = 4236 \text{ hab}$$

3.3 Trazado de Colectores

Del plano topográfico general de la Comunidad con curvas de nivel, ubicación de: PVS existentes y Tuberías existente, se ubicaron las tuberías de alcantarillado sanitario propuestas de la siguiente manera:

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se trazarían al norte. En las vías de circulación dirigidas de norte a sur, las tuberías trazaron al oeste, en ambos casos a una distancia mínima de 1.5 m tomada desde el límite de la propiedad. (Guías Técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales, Pág. V-2).

3.4 Memoria de cálculo

En la memoria de cálculo se detallara paso a paso como se obtuvieron los valores que están descritos en las columnas de la tabla de cálculos hidráulicos.

Columna 1: Colectoras

Estas fueron trazadas según la topografía del terreno con el fin de recolectar las aguas que eran acumuladas por las subcolectoras. Se trazaron 3 colectoras principales A, B, y C las primeras 2 (A y B) recolectan más flujo porque la primera recolecta todo el flujo de la parte este y la segunda todo el flujo de la parte oeste de la comunidad; la tercera (C) es recolecta menos flujo por estar en un lugar topográficamente aislado.

Columnas 2: Subcolectoras

Estas fueron trazadas con la finalidad de recolectar el flujo de las conexiones domiciliarias y de cuadras que por condiciones topográficas no pudo ser posible que las colectoras pasara por ellas.

Columna 3: Tramos

Los tramos van de pozo a pozo siguiendo la pendiente topográfica de manera que el flujo se mueva por gravedad y no por bombeo.

Columna 4: Nivel de Tapa

Van seccionados por tramos, significa el nivel al cual estará ubicada la tapa del pozo o del dispositivo de visita. En la calles en la cuales existe adoquinado, el nivel de tapa ya está al nivel del adoquín.

Columna 5: Nivel de Corona

El nivel de corona es el nivel que se obtiene en la parte superior de la tubería en la salida o en la entrada al pozo o dispositivo de visita. También se le llama cota clave.

Columna 6: Nivel de Invert

El nivel de Invert, es el nivel que se obtiene en la parte inferior de la tubería en la entrada y salida del pozo o dispositivo de visita. Se le llama también cota de batea. Matemáticamente se obtiene de la resta del nivel de corona menos el diámetro de la tubería. Ejemplo:

$$\text{Tramo1: } 138.80 - 0.1500 = 138.65$$

Columna 7: Nivel de Cobertura

El nivel de cobertura es el nivel que existe entre el nivel de tapa y el nivel de corona. Ejemplo:

$$\text{Tramo 1: } 140.00 - 138.80 = 1.20$$

Columna 8: Longitud de Tramo

Es la distancia existente entre el centro de pozo de un tramo y el centro del pozo terminal del mismo tramo

Columna 9: Pendiente del Terreno

Es la pendiente existente entre un pozo o dispositivo de visita y otro, pero de un mismo tramo, por condiciones topográficas existen pendientes negativas y positivas en esta columna de cálculos.

Numéricamente se obtiene de la resta del nivel de corona aguas arriba menos el nivel de corona aguas abajo.

Ejemplo:

$$\text{Tramo 2: } S = \frac{140.00 - 139.49}{48.82} = 0.0104$$

Columna 10: Pendiente de la Tubería

Es la pendiente existente entre un pozo o dispositivo de visita y otro, pero de un mismo tramo. En esta columna no deben de existir pendientes negativas porque el flujo debe de desplazarse por gravedad y no por bombeo.

Numéricamente se obtiene de la resta del nivel de corona aguas arriba menos el nivel de corona aguas abajo.

Ejemplo:

$$\text{Tramo 1: } S = \frac{138.8 - 138.60}{29.99} = 0.0067$$

Columna 11: Pendiente de la Tubería

Esta pendiente es la misma calculada anteriormente, salvo que, esta expresada en porcentaje que matemáticamente se obtiene multiplicando la pendiente de la tubería por cien.

Ejemplo:

$$\text{Tramo 1: } S = 0.0067 * 100 = 0.67\%$$

Columna 12: Profundidad

Es la profundidad del pozo aguas arriba, se obtiene restando el nivel de tapa menos el nivel d Invert.

Ejemplo:

$$\text{Tramo 1: } Prof = 140.00 - 138.65 = 1.35m$$

Columna 13: Longitud de Tubería

La longitud de la tubería se calcula por la formula de Pitágoras por la pendiente que posee le da una forma geométrica de triangulo a la tubería. Matemáticamente se obtiene aplicando raíz cuadrada a la resta de los niveles de corona aguas arriba y aguas abajo elevado al cuadrado mas el cuadrado de la longitud entre pozos.

Ejemplo.

Tramo 1: **Ec. # 35** $L = \sqrt{(138.80 - 138.60)^2 + 29.99^2} = 29.99m$

Columna 14: Áreas Tributarias

Estas fueron trazadas en forma geométrica de triángulos, es decir que las manzanas en forma rectangulares fueron trazadas por 2 diagonales de manera que resultaban 4 triángulos de 1 rectángulo, las manzanas de manera irregular se trazaron líneas a cada vértice del polígono a partir de un punto central de manera que también resultaban lotes en forma geométrica triangular.

Columna 15: Población

La población fue calculada por lote teniendo como base de que la densidad poblacional de la comunidad es de 0.015 ha/m².

Ejemplo.

Tramo 1: $Pob = 451.68m^2 * 0.015 \text{ hab}/m^2 = 7 \text{ hab}$

Columna 16: Factor de Harmon

El factor de Harmon no debe de exceder de 3 ni estar por debajo de 1.8. En los cálculos hidráulicos se sobrepaso de 3. Por norma se fijo un valor de 3 para todos los cálculos que requerían de dicho valor como dato para realizar otro calculo.

Ejemplo.

$$\text{Ec. \# 36 } FH = 1 + \left(\frac{4}{4 + \sqrt{P}} \right)$$

Tramo 1: $FH = 1 + \left(\frac{4}{4 + \sqrt{7/1000}} \right) = 4.430$ por norma se fijo un valor de 3

Columna 17: Caudal Medio

Este caudal se obtuvo dividiendo la población existente en el lote de terreno dividida entre los segundos que tiene un día, esto multiplicado por la dotación y por el factor de retorno.

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1: Ec. \# 37 } Q_m = 75 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} \text{ dia} \left(\frac{7 \text{ hab}}{86400 \text{ seg}} \right) * 0.8 = 0.0047 \text{ lts/seg}$$

Columna 18: Caudal Máximo

Este caudal se calculo multiplicando el caudal medio por el factor de Harmon (que tiene un valor de 3). **De la Ecuación. # 4**

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1: } Q_{max} = 3 * 0.0047 = 0.0140 \text{ lts/seg}$$

Columna 19: Caudal de Infiltración

Como se calculo para tuberías plásticas se les deberá asignar un gasto de 2L/hora/100m de tubería y por cada 25mm de diámetro.

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1: } Q_i = \left(\frac{2}{3600} \right) * \left(\frac{29.99}{100} \right) * \left(\frac{150}{25} \right) = 0.0010 \text{ lts/seg}$$

Columna 20: Caudales Especiales

Los caudales institucional, público y comercial fueron considerados en una sola columna y sumaron un total del 16% del caudal medio.

Ejemplo.

Ec. # 38 $Q_{esp} = 16\% Q_m$

Tramo 1: $Q_{esp} = 0.0047 * 0.16 = 0.0007 \text{ lts/seg}$

Columna 21: Caudal de Diseño

Este caudal es la sumatoria de los caudales calculados anteriormente por tramo. La sumatoria del caudal máximo, caudal de infiltración y de los caudales especiales.

Ejemplo. Utilizando **Ecuación # 5**

Tramo 1: $Q_d = 0.0140 + 0.0010 + 0.0007 = 0.0158 \text{ lts/seg}$

Columna 22: Caudal Acumulado

No es más que el caudal acumulado de tramo en tramo según la conexión que topográficamente le fue asignado.

Ejemplo.

DVS 4: $Q_{ac} = 0.0158 + 0.0181 + 0.0096 = 0.0944 \text{ lts/seg}$

Columna 23: Caudal a Tubo Lleno

Se calcula según la fórmula de Chézy con el coeficiente de rugosidad de Manning, el cual para tubería de PVC es 0.009 según datos de Tabla. 5

Ejemplo.

Tramo 1:

$$\begin{aligned} \text{Ec. \# 39} \quad Q &= \frac{1}{n} * \sqrt{s} * A * R_H^{2/3} \rightarrow \frac{1}{0.009} * \sqrt{0.0067} * 0.018 * 0.0375^{2/3}(1000) = \\ &\rightarrow 17.964 \text{ lts/seg} \end{aligned}$$

Columna 24: Diámetro

El diámetro de la tubería fue propuesto, teniendo como base 6" de diámetro que es lo que por norma debe usarse en alcantarillado convencional. Al finalizar los cálculos el diámetro propuesto cumple con el tirante normado que no debe de ser mas del 75% de la altura del diámetro de la tubería.

Columna 25: Área

El área de la sección transversal de la tubería se calculo por medio de la fórmula del cálculo de área de una circunferencia.

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1: Ec. \# 40} \quad A = \frac{D^2}{4} * \pi \rightarrow \frac{\left(\frac{150}{1000}\right)^2}{4} * 3.1416 \rightarrow 0.018m$$

Columna 26: Radio Hidráulico

El radio hidráulico se calculo simple y sencillamente el diámetro de la tubería entre 4.

Ejemplo.

$$R_H = \frac{\frac{150}{1000}}{4} = 0.0375 \text{ m}$$

Columna 27: Velocidad a Tubo Lleno

Se cálculo con la formula de Chézy con el coeficiente de Manning de 0.009 para tubería de PVC.

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1: } V = \frac{1}{n} * \sqrt{s} * R_H^{2/3} \text{ (Utilizando Ec. \# 6) } \rightarrow \frac{1}{0.009} * \sqrt{0.0067} * 0.0375^{2/3} = 1.0166 \text{ m/s.}$$

Columna 28: Relación de Caudales

La relación de caudales es la división de el caudal acumulado entre el caudal a tubo lleno. Se asumió un caudal de 1.5 lts/seg para la obtención de los cálculos hidráulicos en los tramos donde el caudal acumulado era menor de 1.5 lts/seg ya que según investigaciones y estudios brasileños, este es el caudal que genera la acción de la descarga de un inodoro.

Ejemplo

$$\text{Tramo 1: Ec. \# 41 } q/Q = \frac{Q_{ac.}}{Q_{lleno}} \rightarrow \frac{0.015}{17.964} = 0.0835 \text{ m/s}$$

Columna 29: Relación de Tirante

Se obtuvo de la interpolación de valores ya dados en tabla de relaciones de caudales; calculados por medio de laboratorios.

Columna 30: Relación de Radios

Se obtuvo de la interpolación de valores ya dados en tabla de relaciones de caudales; calculados por medio de laboratorios.

Columna 31: Relación de Áreas

Se obtuvo de la interpolación de valores ya dados en tabla de relaciones de caudales; calculados por medio de laboratorios.

Columna 32: Relación de Velocidades

Se obtuvo de la interpolación de valores ya dados en tabla de relaciones de caudales; calculados por medio de laboratorios.

Columna 33: Tirante de diseño

Se cálculo de la división de la relación de tirantes entre el diámetro de la tubería.

Columna 34: Relación de Tirante expresado en porcentaje.

Columna 35: Radio de Diseño

Se calculo mediante la multiplicación de la relación de radios que se obtuvo por datos de tabla multiplicado por el radio hidráulico.

Ejemplo.

$$\text{Tramo 1 : Ec. \# 42} \quad r = \frac{r}{R} / R_H \rightarrow \frac{0.4723}{0.0375} = 0.0171 \text{ m}$$

Columna 36: Área

Se calculo mediante la multiplicación de la relación de áreas obtenidas en tabla por el área de la sección transversal de la tubería.

Ejemplo.

Tramo 1: **Ec. # 43** $a = \frac{a}{A} * A \rightarrow 0.1373 * 0.018m = 0.0024m$

Columna 37: Velocidad de Diseño

Se obtuvo de la multiplicación de la relación de velocidades obtenidas por datos de tabla multiplicada por la velocidad a tubo lleno.

Ejemplo.

Tramo 1: **Ec. # 44** $v = \frac{v}{V} * V \rightarrow 0.6067 * 1.0166 = 0.6168 m/s$

Columna 38: Tensión de Arrastre

Se calculo por medio de la siguiente expresión.

Ec. # 45 $F = W * R_H * S.$

Donde:

W: peso específico del líquido

R_H: radio hidráulico

S: pendiente del tramo.

Ejemplo.

Tramo 1. $F = 9.8 m/s^2 * 0.0177m * 0.0067 m/m * 1000 kg/m^3 = 1.1575 Pa$

Columna 39: Número de Froud

Se calculo por medio de programa Hcanales, versión 3.0, publicado en el año 2009, cuyo autor es el Ing. Máximo Villon de Costa Rica

Cálculos Hidráulicos Comunidad de San Pablo, San Rafael del Sur		
DATOS GENERALES		
DESCRIPCION	VALOR	U/M
Área Total	283922	m2
Población	4236	habitantes
Densidad de Población	0,015	hab/m2
Longitud	7985,47	mtrs
Dotación	75,00	lts/hab/dia
Q=	3,68	ltrs/s
Qm=	2,94	ltrs/s
Qi=	0,266	ltrs/s
FH=	3,311	3
Qmax=	8,83	ltrs/s
Qcom=	0,21	ltrs/s
Qinst=	0,21	ltrs/s
Qind=	0,06	ltrs/s
Qd=	9,56	ltrs/s
n=	0,009	
Ø=	150	mm

Capitulo IV:

Planta de Tratamiento

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SIN TRATAR

Tabla 28 Caracterización de aguas residuales

PARAMETRO	VALOR
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	418 mg/l
Demanda química de oxígeno (DQO)	638 mg/l
Coliformes fecales (CF)	5.50×10^8 NMP/100 ml
Sólidos suspendidos (SS)	388 mg/l

Fuente: Datos obtenidos de la planta de tratamiento de San Rafael del sur.

4.2 MEMORIA DE CÁLCULO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

4.2.1 Pretratamiento

4.2.1.1. Estructura de Entrada

Dimensionamos el canal de entrada con sección rectangular utilizando la ecuación de Manning (**Ec. # 10**) y aplicando el método de prueba error, donde proponemos un tirante y una pendiente hasta lograr que cumpla la igualdad

Luego hacemos los cálculos pertinentes para el canal de aproximación que se presentan en la Siguiete tabla: Tabla 29

CALCULOS PARA EL DISEÑO DEL CANAL DE APROXIMACION						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES	UNIDAD	VALORES	OBSERVACION	
I. Datos básicos						
Población de diseño de la localidad	hab	4236,00				
Caudal medio de aguas residuales	m³/día	254,02	l/s	2,94		
Caudal máximo de aguas residuales	m³/día	762,91	l/s	8,83		
Caudal mínimo de aguas residuales	m³/día	50,98	l/s	0,59		
Caudal de diseño de aguas residuales	m³/día	825,98	l/s	9,56		
II. Cálculo del Canal de Aproximación						
Caudal de diseño	m³/seg	0,010				
Coeficiente de Rugosidad (Manning)		0,013				
Pendiente del Fondo	m/m	0,0025				
III. Resultados						
Ancho del Canal	m	0,30			Ecuación de Manning	
Tirante del Canal	m	0,07			Qn/S ^{1/2} =	0,0028
Área Hidráulica	m²	0,02			Tirante =	0,0700
Velocidad Media	m/s	0,46			A R ^{2/3} =	0,0028
Observaciones						
Longitud de canal de entrada	m	2,00				
Longitud desde la rejilla al desarenador	m	4,00				
Borde libre	m	0,23				
Sección final de canal 0,30mx0,30m						

4.2.1.2. Cribado y separación de sólidos

El cribado y Separación de sólidos se hace por medio de rejillas el diseño de estas se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 30. Calculo para el diseño de rejilla gruesa

CALCULO PARA DISEÑO DE REJILLA GRUESA					
Descripción	Símbolo	Valor	Unidades	Observación	
Profundidad de la barra	w	25,00	mm		
Diámetro de las barras	Ø	9.53	mm		
Distancia entre barras rejilla limpia	b	40,00	mm		
Inclinación de la rejilla	θ	30	grados	0,5 2	Radianes
Coeficiente de la sección	β	1,79		barra circular	
Velocidad de Escurrimiento de las aguas que llegan delante de la rejilla	v	0,46	m/s		
Pérdidas de obstrucción rejilla limpia	h	0,05	m		

Tabla 31 calculo para diseño de rejilla fina

CALCULO PARA DISEÑO DE REJILLA FINA					
Descripción	Símbolo	Valor	Unidades	Observación	
Profundidad de la barra	w	25,00	mm		
Diámetro de las barras	Ø	9.53	mm		
Distancia entre barras rejilla limpia	b	30,00	mm		
Inclinación de la rejilla	θ	30	grados	0,52	Radianes
Coeficiente de la sección	β	1,79		barra circular	
Velocidad de Escurrimiento de las aguas que llegan delante de la rejilla	v	0,46	m/s		
Pérdidas de obstrucción rejilla limpia	h	0,15	m		

4.2.1.3. Desarenador (En base a los criterios de la tabla #10)

Tabla 32 calculo para el diseño de desarenador longitudinal

CALCULO PARA DISEÑO DE DESARENADOR LONGITUDINAL					
No.	DESCRIPCIÓN	EXPRESION	PROCESO DE CALCULO	VALOR	UNIDAD
I. DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO					
1	Población de diseño de la localidad	P	Proyección de Población	4.236	habitantes
2	Caudal medio de aguas residuales	Qmed	$P \times D$	254,02	m ³ /día
3	Caudal máximo de aguas residuales	Qmáx	$Qmed \times 2.5$	762,91	m ³ /día
4	Caudal mínimo de aguas residuales	Qmin		50,98	m ³ /día
5	Caudal de diseño	Qd		0,01	m ³ /s
6	Densidad de la arena	ρ		2,65	g/cm ³
7	Viscosidad cinemática del agua a 20°C	η		1,0105x10 ⁻²	cm ² /s
II. DISEÑO DEL DESARENADOR LONGITUDINAL					
8	Sección Hidráulica para Velocidad de 0,30 m/s	Ah	$Qmáx / V_{0.3}$	0,03	m ²
9	Profundidad fijada	h		0,17	m
10	Ancho de la Sección	b	Ah/h	0,19	m
11	Longitud del Desarenador	L	As / b	3,54	
12	Longitud para sedimentación				
	(arena de 0.2 mm de diámetro)				
13	Carga Superficial	CS	Sugerida ¹	1150,00	m ³ /m ² día
14	Área Superficial	As	$Qmáx / CS$	0,66	m ²
15	Longitud del Desarenador	L	As / b	3,54	m
	Almacenamiento de arena				
16	Volumen Disponible para almacenamiento	Vd	$h \times b \times L (*)$	0,53	m ³
17	Dotación estimada de Arena	Da	Sugerida ¹	7,50	lts/hab. año
18	Volumen de arena depositado	Va	$Da \times P$	31,77	m ³ /año
19	Limpieza por año	n	Va / Vd	59,86	
20	Ciclos de Limpieza requeridos	c	$365 / n$	6,10	días
III. CONCLUSIONES PARA LIMPIEZA					
21	Un vaciamiento cada semana.		(*) h es la altura de volumen para almacenar lodos se tomo como 0.80m		

4.3. Medidor de flujos

Tabla 33 calculo para diseño de canaleta parshall

CALCULO PARA DISEÑO DE CANALETA PARSHALL				
Canal de Aproximación a la Canaleta Parshall				
Datos Básicos	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
Caudal Máximo	0,01	m ³ /seg	0,31	p ³ /seg
Caudal Medio	0,003	m ³ /seg	0,10	p ³ /seg
Caudal Mínimo	0,001	m ³ /seg	0,02	p ³ /seg
Coeficiente de Rugosidad (Manning)	0,013			
Pendiente del Fondo	0,00	m/m		
Condiciones de Caudal Máximo				
Ancho del Canal	0,30	m		
Tirante del Canal	0,07	m		
Área Hidráulica	0,02	m ²		
Velocidad Media	0,46	m/s		

Tabla 34. Sección de canal Parshall

Selección del Canal Parshall				
DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD
Ancho de Garganta (W) =	0,50	pies	0,152	mts.
$Q = 4 W H_a^{1.522 W (0.026)}$				
Q: Capacidad en pie ³ /seg.				
W: Ancho de garganta en pies				
Ha: Profundidad aguas arribas de la sección A				
$H_a = (Q/4 W)^{1/(1.522 W (0.026))} =$	0,29	pies	0,088	m
Razón de ahogamiento	0,70			
Hb = Ha * Razón de ahogamiento	0,20	pies	0,062	m
Hb: Profundidad en la sección B				
Tirante Normal	0,69	pies	0,210	m
Valor de X	5,84	pulg	0,15	m
Pérdida de carga	0,55	pies	0,168	m
Dimensiones de la Canaleta Parshall				
W	6,00	pulg	0,152	m
A	24,44	pulg	0,621	m
2/3 A	16,29	pulg	0,414	m
B	24,00	pulg	0,610	m
C	15,50	pulg	0,394	m
D	13,88	pulg	0,352	m
E	24,00	pulg	0,610	m
F	12,00	pulg	0,305	m
G	24,00	pulg	0,610	m
K	3,00	pulg	0,076	m
N	4,50	pulg	0,114	m
R	16,00	pulg	0,406	m
M	12,00	pulg	0,305	m
P	35,50	pulg	0,902	m
X	2,00	pulg	0,051	m
Y	3,00	pulg	0,076	m
Gasto Mín.	0,0015	m ³ /seg		
Gasto Máx.	0,1079	m ³ /seg		

4.4. Tratamiento Secundario por medio de Tanques Imhoff

Tabla 35. Calculo para diseño de tanques imhoff

CALCULOS PARA DISEÑO DE TANQUES IMHOFF		
DATOS BASICOS	UNIDADES	VALORES
P oblación total a servir	hab	4.236,00
Número de unidades	c/u	2,00
Población servida	hab	2.118,00
Aporte per cápita de aguas residuales	l/p*d	60,00
Caudal medio (Qm)	m3/h	10,58
Tiempo de retención hidráulica	h	2,00
carga superficial	m3/m2,h	1,35
Velocidad promedio en cámara de sedimentación	m/min	0,05
Volumen de fango fresco per cápita	l/hab/d	1,20
Volumen de fango diario por tanque	l/d	2.541,60
Período de digestión de fangos	d	40,00
Área superficial mínima de las ventosas de gas	%	0,30
Sólidos suspendidos	KgSS/l	0,00033
Densidad de los lodos ρ	kg/l	1,04
Porcentaje de sólidos (8%-12%)	%	0,12

En base a los Criterios de diseño para Tanques Imhoff de la **Tabla # 11**

Tabla 36 Diseño del Tanque Imhoff

DIMENSIONAMIENTO	UNIDADES	VALORES
Cámara de Sedimentación	c/u	2,00
Área superficial total por unidad	m ²	3,92
Relación Largo : Ancho; L:b	Relación	3,00
Longitud "L"	m	6,00
Verificación de longitud (<30m)		OK
Ancho "b"	m	2,00
Área superficial por cámara	m ²	12,00
Velocidad en la cámara	m/min	0,05
Verificación de velocidad (<0.3 m/s)		OK
Volumen total cámaras de sedimentación	m ³	21,17
volumen por cada sedimentador	m ³	10,58
Área transversal total "requerida" por sedimentador	m ²	1,76
Angulo de inclinación en relación a la horizontal	grados	60,00
altura de la sección inclinada "d"	m	1,73
Área transversal 1 (sección triangular)	m ²	1,73
Volumen 1 de sección triangular	m ³	10,39
volumen 2 sección rectangular	m ³	0,19
Área transversal 2 sección rectangular	m ³	0,03
valor de "c"	m	0,02
Borde libre superior	m	0,50
Cámara de Digestión		
Volumen cámara de digestión	m ³	207,56
Ancho total del tanque "h"	m	5.90
Angulo de inclinación en relación a la horizontal	grados	15,00
Base cuadrada del fondo de la tolva	m	3,00
Altura de la inclinación de la tolva de fondo "g"	m	0.39
Área transversal 1 (sección trapezoidal)	m ²	1.73
Volumen 1 de sección trapezoidal	m ³	10.37
volumen 2 sección rectangular	m ³	197.19
Área transversal 2 sección rectangular		32.87
Altura "f"	m	5.57
Zona neutra "e"	m	0,50
Altura total del tanque "D"	m	8,21
Comprobación de altura del tanque (<9m)		OK

Respiradero y Cámara de Natas		
Ancho de ventila de cámara de natas	m	1,50
Número de ventilas	c/u	1,00
Área superficial de cámara de natas	m ²	9,00
Área superficial total del tanque	m ²	35,40
Relación de áreas	m/m	0,30
Comprobación de área (30%)		OK
Lecho de secado de lodos		
Carga de Sólidos que ingresa al sedimentador C	KgSS/día	7,24
Masa de Sólidos que conforman los lodos (Msd)	KgSS/día	2,35
Volumen diario de Lodos digeridos (Vld)	l/día	18,86
Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel)	m ³	0,75
Área del lecho de secados (Als)	m ²	2,51
Profundidad de aplicación para lechos de secado Ha (0,2m-0,4m)	m	0,30
unidades de secado	C/U	2,00
DIMENSIONES FINALES		
Longitud	m	6,00
Ancho	m	5.90
Profundidad	m	8,21

Las variables que se utilizaron para los cálculos del tanque Imhoff se presentan en el siguiente esquema:

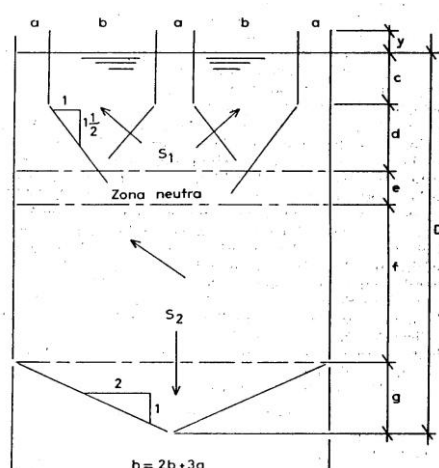


Figura # 7

Esquema de dimensiones tanque imhoff

La eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO) y Coliformes fecales que presenta el tanque Imhoff según las estipulaciones del MARENA se consideraron de un 50% de remoción de carga orgánica (DBO5 y DQO), 40% de remoción de Coliformes fecales y 70% de remoción de sólidos suspendidos.

Obteniéndose los siguientes valores en el Efluente:

Tabla – 37 % de eficiencia según parámetro

PARAMETRO	UNIDADES	AFLUENTE	EFLUENTE	% DE EFICIENCIA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	418.00	209.00	50
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	638.00	319.00	50
Coliformes fecales (CF)	NMP/100 ml	5.50×10^8	3.3×10^8	40
Sólidos suspendidos (SS)	mg/l	388.00	116.40	70

4.5. TRATAMIENTO TERCIARIO O PULIMIENTO

Tabla 38 CALCULOS PARA DISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACION PRIMARIA

CALCULOS PARA DISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACION PRIMARIA		
DATOS BASICOS	UNIDADES	VALORES
Población total a servir	hab	4.236,00
Caudal de diseño (Qd)	l/s	0,01
Caudal medio (Qm)	m3/h	10,58
Temperatura del mes más frio (Tamb)	°C	20,00
Carga Orgánica DBO	Kg/día	172,63
Tasa de acumulación de lodos	m3/hab.año	0,10
Coliformes en el Afluyente (No)	NMP/100ml	3,3E+08
CALCULOS PARA DISEÑO DE LAGUNA DE ESTABILIZACION PRIMARIA		
DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION PRIMARIA		
Temperatura de diseño	°C	21,00
Carga Superficial Modelo de Yanez	KgDBO/ha/día	387,78
Área de la laguna (teórica)	m2	4451,76
Relación largo/ancho		(2-3)
Ancho (W)	m	50,00
Largo (L)	m	100,00
Área de la laguna (real)	m2	5.000,00
Profundidad propuesta (Z)	m	2,00
Talud (Zp)		2,00
Área del fondo de la laguna (Af)	m2	3864
Borde Libre	m	0,55
Volumen de lodos (VI)	m3	2.118,00
Altura de lodos	m	0.50
Periodo de retención teórico	días	29.53
Periodo de retención real (R)	días	15
VERIFICACION DE EFICIENCIA DE REMOCION DE COLIFORMES		
Aplicamos criterios de la ley de Chick		
Factor de dispersión (d)	-	1,20
Razón de remoción (según Marais) Kb	-	2,60
Constante (a)		13.62
Coliformes en el Afluyente (N)	NMP/100ml	4,41E+05
Comprobación		NO CUMPLE
VERIFICACION DE EFICIENCIA DE REMOCION DE DBO		
DBO en el Afluyente (L)	Kg/día	86,55
	mg/l	104,58
Comprobación		OK

SE comparan los valores obtenidos en la primera laguna con las normas de MARENA²⁵, en este caso no cumplen con los parámetros de Coliformes Fecales, por lo tanto se procede a diseñar una laguna de maduración o pulimento.

²⁵ Ministerio de ambiente y recurson naturales (MARENA) (1995) Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias Decreto no. 33-95. Mangua, Nizaragua.

Tabla – 39 Cálculos de diseño de lagunas de maduración

CALCULOS PARA DISEÑO DE LAGUNA DE MADURACION		
DATOS BASICOS	UNIDADES	VALORES
Población total a servir	hab	4.236,00
Caudal de diseño (Qd)	l/s	
Caudal medio (Qm)	m3/h	10,58
Temperatura del mes más frio (Tamb)	°C	20,00
Carga Orgánica DBO Efluente primario	Kg/día	86,55
Tasa de acumulación de lodos	m3/hab.año	0,10
Coliformes en el Efluente Primario (N1)	NMP/100ml	4,4E+05
DISEÑO DE LAGUNAS DE MADURACION		
Temperatura de diseño	°C	21,00
Carga Superficial Modelo de Yanez	KgDBO/ha/día	387,78
Área de la laguna (teórica)	m2	2231.83
Relación largo/ancho		(2-6)
Ancho (W)	m	30,00
Largo (L)	m	85
Área de la laguna (real)	m2	2550
Profundidad propuesta (Z)	m	0,70
Talud (Zp)		2,00
Área de fondo de la laguna (Af)	m2	2.024,00
Borde Libre	m	0,50
Volumen de lodos (VI)	m3	2.118,00
Altura de lodos	m	1,05
Periodo de retención teórico	días	7.03
Periodo de retención real ®	días	25
VERIFICACION DE EFICIENCIA DE REMOCION DE COLIFORMES		
Aplicamos criterios de la ley de Chick		
Factor de dispersión (d)	-	2.88
Razón de remoción (según Marais) Kb	-	2,60
Constante (a)		27.40
Coliformes en el Afluente (N)	NMP/100ml	6,16E02
Comprobación		OK
VERIFICACION DE EFICIENCIA DE REMOCION DE DBO		
DBO en el Afluente (L)	Kg/día	43,39
	mg/l	52,35
Comprobación		OK

Con la laguna de maduración se cumple el porcentaje de remoción estipulado en las normas de MARENA²⁶ obteniéndose una eficiencia de remoción de:

Tabla- 40 Eficiencia según parámetros

PARAMETRO	UNIDADES	AFLUENTE	EFLUENTE FINAL	% DE EFICIENCIA
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	209.00	52.35	75
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	319.00	95.70	70
Coliformes fecales (CF)	NMP/100 ml	3.30×10^8	6.86×10^1	99
Sólidos suspendidos (SS)	mg/l	116.40	11.64	90

²⁶ Ministerio de ambiente y recursos naturales (MARENA) (1995) Disposiciones para el control contaminación provenientes descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias Decreto no. 33-95. Mangua, Nicaragua.

Capítulo V

ESTUDIO ECONOMICO, RELACION BENEFICIO COSTO

5.1. Análisis Beneficio - Costo

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada córdoba que se sacrificara en el proyecto. Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados.

5.1.1 ASPECTOS TARIFARIOS

En el caso de los aspectos tarifarios se necesita de parte de la población una cuota mensual que será cargada en la factura de agua potable para:

- 1- Mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado y de la planta de tratamiento. Se requiere de un fondo económico o soporte monetario por cualquier imprevisto ya sea mal funcionamiento de la estación de bombeo, obstrucción de tubería del sistema de alcantarillado y cualquier otro evento inesperado
- 2- En caso de que la construcción del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento sea financiada en parte con fondos estatales o de otro ente (tratándose hasta la última instancia de que el proyecto cuente con financiamiento y donación de la cooperación internacional), se pretenderá retornar ese dinero invertido por el estado o empresa para que de igual manera sean proyectados mas sistemas de alcantarillados y plantas de tratamiento en el país que tanto los necesita

La tarifa que se propondrá será de 40 córdobas mensuales por factura de agua consumida. En la encuesta realizada la mayoría de la población (86%) dijo estar de acuerdo con la tarifa. La población actual es de 2522 habitantes, y proyectado a la vida útil del proyecto por métodos que ya fueron explicados anteriormente aproximadamente la población para ese año será de 4236 habitantes. La cantidad de personas habitando una vivienda es de 6 personas por casa o sea que existen

408 casas actualmente y al final de la vida útil del proyecto el poblado constara con aproximadamente 706 casas de la cuales todas pagaran 40 córdobas mensuales, dando como resultado un monto total de 5, 817,360.00 córdobas.

En el caso de valorar monetariamente la calidad de vida de las personas beneficiadas con el proyecto, existe un indicador otorgado por el FISE en el que se estipula que: la calidad de vida de las personas mejora en un 1.8% en base a sus ingresos mensuales, es decir que; de los ingresos mensuales por familia se invertían 1.8% en contrarrestar la falta de saneamiento que existe en la zona.

Según la encuesta realizada en sitio las enfermedades más comunes asociadas a la falta de saneamiento eran parasitosis, diarrea, dengue y vomito. En los registros del Centro de Salud de San Rafael del Sur las personas que buscaban atención para curar estas enfermedades de San Pablo se presentaban 2 personas por familia con una frecuencia de 2 veces al año y según el médico se gastaban 220 córdobas por cada paciente, tomando en cuenta las variantes de atención, medicamento y tiempo de reincidencia.

En el caso de la plusvalía, según catastro municipal el ascenso del precio de una propiedad es del 10% al contar con el servicio de saneamiento completo, el valor que se cobra en catastro de San Rafael del Sur es de 1100 córdobas.

En los costos de Operación y Mantenimiento se considera el 1% del costo total de la obra. Según datos de Enacal y sistemas similares operados anteriormente alrededor del mundo.

La tasa social de inversión tomada para fines de cálculo fue del 10% en base a los préstamos otorgados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco de Cooperación Alemana (KFW) a Enacal actualmente y a las tendencias de préstamos.

5.1.1.1 Cálculo de la Relación Beneficio Costo del Proyecto

La relación Beneficio Costo del proyecto fue calculada según las consideraciones de la relación Beneficio Costo Modificada (**Ecuación # 34.**) por ser considerados los costos de Operación y Mantenimiento del proyecto.

$$\begin{aligned} & B/C_{\text{modificada}} \\ &= \frac{428051.531 + 1155739.13 + 2202545.34 + 2354283.421 - 758854.7035}{5372624.043} = 1.002 \end{aligned}$$

El proyecto da como resultado 1.002, lo cual nos da a entender que el proyecto es viable, trayendo como resultado beneficios y avance a la población. (Ver en anexos 4 los totales de costos)

Capítulo VI

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

En la actualidad los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características, pueden producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales; deberá estar bajo el control y la normación de los Estudios y las Evaluaciones de Impacto Ambiental para los proyectos de desarrollo que está asignada a MARENA por medio de la Ley Creadora de MARENA 1-94, la Ley 290 de la Organización del Estado, la Ley General del Ambiente (Ley 217) y su Reglamento y el Decreto para la administración de E.I.A. y Permisos Ambientales (Decreto 45- 94), en coordinación con las Unidades Ambientales de los sectores involucrados.

Cualquiera que sea el sistema de tratamiento aplicado a las aguas residuales, la descarga final deberá cumplir, con la calidad de vertidos establecida por la MARENA en el decreto N° 33-95 y las Normas Ambientales vigentes.

Según instrumentos ambientales del SISGA en el decreto 76-2006 (**2.7.1 Ver pág. 168**) el proyecto de alcantarillado sanitario de la Comunidad de San pablo, **Se encuentra en la Categoría II**, por lo cual se realizara una evaluación de impacto ambiental (EAI).

La evaluación ambiental se realiza según los siguientes pasos:

Paso 1: Clasificación Ambiental de los proyectos

Paso 2: Evaluación preliminar

Paso 3: Evaluación de Campo

Paso 4: Evaluación de Gabinete

En nuestro caso se analizó el paso 1 Clasificación Ambiental de los proyectos que es el más recomendado para una formulación de proyecto social. Para clasificar ambientalmente el proyecto se debe consultar los cuadros de clasificación ambiental de los proyectos.

Los proyectos de Alcantarillados y Tratamiento de Aguas Residuales suelen tener un alto impacto social, y no causan efectos negativos importantes al medio ambiente; por lo cual se encuentran en la **Categoría Ambiental II (tabla # 17 de clasificación de los criterios para la evaluación ambiental de los proyectos)** que son tipos de proyectos del Sistema de Inversión Pública que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deben llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: **evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo. (Control ambiental tipo I)**

Por tal razón el evaluador deberá verificar la Evaluación del emplazamiento, así mismo deberá revisar el Análisis Ambiental y verificar el cumplimiento de los requisitos básicos ambientales durante la formulación del proyecto. Sin obviar la incorporación en los alcances de obra las medidas de mitigación y las especificaciones ambientales generales y específicas.

6.2 Descripción General del Área de Influencia del Proyecto

En el proyecto de construcción de la Red de Alcantarillado Sanitario el área directamente a ser afectada tiene un alcance de (283,922) m². El proyecto de la RAS comprende (7,985.47) ml de tubería de PVC para la recolección de las aguas residuales de todas las zonas beneficiadas. En el proyecto de la PTAR el área a ser afectada es de (17,510) m².

6.2.1 Situación Ambiental del Área de Influencia.

6.2.1.1 Medio Abiótico

Suelo²⁷

El área de influencia está ubicada a 2.5 Km del Municipio de San Rafael del Sur donde predominan los suelos granulares que clasifican como: gravas limosas (GM) y gravas arcillosas (GC) Y arenas limosas (SM), encontrándose también capas de arcilla de alta compresibilidad (CH).

Climatología²⁸

El clima de la localidad se caracteriza como Sabana Tropical cálido y seco, por encontrarse en una zona costera. La temperatura oscila entre los 27.5°C y 28°C en las costas del pacífico. El período más caluroso ocurre desde Marzo hasta Mayo y frescos desde Noviembre hasta Febrero, por otra parte los meses lluviosos ocurren desde Mayo hasta Octubre.

Evaporación²⁹.

Las precipitaciones registradas varían entre los 1,250 1,300mm, siendo 1,200mm en la parte norte y 1,300 en áreas cercanas al mar; la humedad relativa presenta un 65-84%, con una evaporación de 194.74mm.

Viento³⁰

La velocidad media del viento alcanza valores entre los 2.7 y 5.3m/s, con un promedio anual de 4.0m/s, y una dirección predominante del Este- Sureste, el clima varía de Sabana Sub-Tropical, a media que se asciendo a las Sierras de Managua.

27 Estudio de Suelos Serie Santo Domingo.(INETER 1998)

28 Geografía Dinamica. Jaime Incer Barquero. Editorial Hispamer 2000

29 Geografía Dinamica. Jaime Incer Barquero. Editorial Hispamer 2000

30 Geografía Dinamica. Jaime Incer Barquero. Editorial Hispamer 2000

Hidrología

Toda la escorrentía superficial del área de influencia del proyecto desagua en el río san pablo.

Geología

Estudios Geológicos revelan que esta zona de San Rafael del Sur estuvo sumergida bajo el mar en el período cuaternario, evidencia de ello son los fósiles y calizas marinas encontradas en tales yacimientos.

Desde el punto de vista geológico, la Comunidad se encuentra en una zona donde predomina el grupo de Formación Las Sierras, aflorando rocas sedimentarias, marinas, de edad terciarias, constituidas por rocas volcánicas cuaternarias, de edad plio-pleistoceno. Estas rocas volcánicas presentan alteraciones y fracturas en la parte superficial siendo una característica importante desde el punto de vista hidrogeológico, ya que permite una permeabilidad y transmisibilidad secundaria adecuada

Geomorfología

El municipio de San Rafael del Sur al cual pertenece la Comunidad de San Pablo; se encuentra ubicado en la región central de la zona del Pacífico del país, la cual se caracteriza por poseer territorios planos en las cercanías a la costa y relieve montañosos y accidentados hacia el este y norte del municipio, disectados por unos cuantos ríos poco caudalosos.

Las características geomorfológicas del municipio se definen por la Planicie Costera y la Cordillera Volcánica del Pacífico, a la vez en la sub-provincias Serranías del Pacífico y Cuesta de Diriamba. Por esa razón la mayoría de las comunidades que pertenecen a el se asientan entre los niveles 100 y 200 metros

sobre el nivel del mar, donde existen terrenos con topografía regular, cruzados por una serie de quebradas pequeñas, con cursos de agua o manantiales permanentes, con agua subterránea que varía de 5 a 25m de profundidad y acuíferos aluviales con límites espesos y poca área del afloramiento.

6.2.1.2 Medio Biótico

Flora

Según la conformación de las regiones ecológicas de Nicaragua, el municipio al que pertenece la Comunidad de San Pablo se encuentra comprendido en la comunidad biológica denominada Bosque de matorral o semiárido de sabana (Bosque Tropical Seco). El bosque de matorral caracterizado por la presencia de llanos y lugares secos, está comprendido por arbustos muy ramificados, presencia de árboles con troncos aristados y retorcidos de hojas reducidas o recortadas, muchas veces transformadas en espinas y en sarmientos adaptados para conservar la escasa humedad disponible.

Durante el verano la vegetación queda privada de sus hojas y ofrece una imagen de desolación, como armazones esqueléticas, cubiertas de enmarañados bejucos retorcidos y atormentados por la sed. Los árboles fuertemente ramificados son por lo general bajos, y su madera en vez de jugosa y blanda, es dura, xerófila y lignificada, siendo algunas excelentes para la ebanistería.

Fauna

El desarrollo del hábitat de la fauna tiene una relación directa con la flora del municipio, que ha sufrido cambios en la estructura poblacional, al igual que los suelos debido a las deforestaciones, contaminación del ambiente y erosión que han determinado la disminución o extinción en algunos casos de especies de la fauna en el territorio.

Medio socioeconómico

Los habitantes de la localidad de San Pablo son de escasos recursos económicos, en dichas Comunidades hay muy poco comercio y no hay industrias.

6.3. Procedimientos de evaluación para los proyectos categoría II.

Para los proyectos categoría II, el evaluador deberá realizar los siguientes procedimientos:

- Verificar la evaluación del emplazamiento.
- Revisar y corregir el Análisis Ambiental.
- Verificar lo estipulado en los Requisitos Básicos Ambientales y en el marco legal nacional.

El Histograma se realiza en base a un Cuadro de Evaluación de Emplazamiento (" **Ver Anexo 7 Tabla # 52**)

6.3.1. Calculo del Histograma para el Proyecto de AR Y PTAR de San Pablo

Se procedió a seguir todos los pasos establecidos en el **(Acápite 2.7.4 de procedimientos de evaluación para los proyectos de categoría II)** para la determinación del histograma obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla -41 Proyecto de AR y PTAR de San Pablo

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR						
	NA	E	P	E	P	E	P	NA		P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACION						1								
REGIMEN DE VIENTO						1								
PRECIPITACION	0													
RUIDOS				1										
CALIDAD DEL AIRE						1								
SISMICIDAD						1								
EROSION				1										
USOS DE SUELO						1								
FORMACION GEOLOGICA						1								
DESLIZAMIENTOS						1								
VULCANISMO						1								
RANGOS DE PENDIENTES						1								
CALIDAD DEL SUELO						1								
SUELOS AGRICOLAS	0													
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						1								
HIDROGEOLOGIA						1								
MAR Y LAGOS						1								
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD						1								
CALADO Y FONDO	0													
ESPECIES NATIVAS	0													
SEDIMENTACION						1								

RADIO DE COBERTURA				1				
ACCESIBILIDAD				1				
CONSIDERACIONES URBANISTICAS				1				
ACCESO A LOS SERVICIOS	0							
DESECHOS SÓLIDOS	0							
LINEAS ALTA TENSION	0							
PELIGRO DE INCENDIOS	0							
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS	0							
FUENTES DE CONTAMINACION	0							
CONFLICTOS TERRITORIALES				1				
MARCO LEGAL				1				
SEGURIDAD CIUDADANA				1				
PARTICIPACION CIUDADANA				1				
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILID.				1				
FRECUENCIAS (F)	SUM A	0	2	23	SUM A	0	0	0
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)	77	0	8	69		0	0	0
PESO x FRECUENCIA (PxF)	27	0	4	23		0	0	0
VALOR TOTAL (ExPxP/PxF)	2.9							
RANGOS	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	2.6– 3.0	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	2.6 – 3.0
OBSERVACIONES								

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.3.1.1 Significado de la Evaluación

Se pudo determinar mediante la evaluación del emplazamiento el valor total de **2.9**, por lo tanto este valor se encuentra en el rango de 2.6 a 3 determinándose de esta manera mediante los significados de los rangos que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, ***por lo que el FISE considera este sitio como elegible para el desarrollo de la inversión.*** (Ver Significados de la evaluación de histograma en 2.7.4, en tabla 18)

6.4 ANÁLISIS AMBIENTAL

Este análisis se encuentra dentro de los criterios de elegibilidad de los proyectos que son financiados por el FISE y este procedimiento se debe aplicar para los proyectos **contemplados en la categoría II**, tanto para nuevas construcciones, como reemplazos y ampliaciones, cuando éstas últimas conlleven a inversiones cuyo alcance físico sobrepase el 50% del volumen de la infraestructura que se va a ampliar.

6.4.1 Calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto o matriz causas a efectos “Red de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales en San Pablo” (Tabla # 42)

Los factores ambientales utilizados se seleccionaron de acuerdo a la Tabla 18 y 20: Lista de revisión de algunos problemas ambientales, asociando causas a efectos

Tabla 42 Alteraciones Ambientales

FACTORES AMBIENTALES	ALTERACIONES AMBIENTALES		VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR
	CAUSAS	EFFECTOS	
CALIDAD DEL AIRE	-Rebalse de Letrinas en épocas de invierno. -Estancamiento de las aguas residuales en la Calles de la Comunidad.	Percepción de malos olores por la Población	3
CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS	-Rebalse de letrina en épocas de invierno. -Estancamiento de las aguas residuales en las calles de la Comunidad de San Pablo. -Parte de las aguas de consumo domestico caen en las aguas del rio San Pablo.	Presencia de heces fecales las cuales contaminan las aguas y las vuelven no consumibles e impotenciales.	2
RECURSOS HIDRICOS	Gran parte de las aguas provenientes de los quehaceres domésticos fluyen a lo largo de la superficie de la tierra y por ultimo caen en las aguas del rio San Pablo.	-Presencia de sustancias contaminantes a los componentes de las aguas del rio san Pablo. -Alteración del Caudal del rio.	2
SUELOS	Las aguas de consumo domésticos son drenadas al patio de las viviendas y en las calles lo cual produce su estancamiento y filtración a las capas del suelo.	Afectación en la aireación, consistencia, densidad y color del suelo.	3
FAUNA	Contaminación del acuífero por descarga de aguas residuales	Daño al ecosistema acuático	3
PAISAJE	Aguas Grises estancadas en las Calles y patios.	Mal Aspecto de la Comunidad ante los Visitantes	3
SOCIO ECONOMICO	-Rebalse de letrina en épocas de invierno. -Estancamiento de las aguas residuales en las calles de la Comunidad de San Pablo.	-Calles en mal Estado. -Criadero de mosquitos y zancudos. -Los habitantes carecen de servicios básicos de saneamiento.	3
VALOR PROMEDIO DE IMPORTANCIA			3

6.4.2 Identificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto. (Ver capítulo 2 Acápites 7.5 y tablas 18 y 19)

6.4.2.1 Matriz de identificación de los impactos ambientales que genera el Proyecto “Red de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales en San Pablo en la Etapa de Construcción”. (Tabla 43)

ESTADIO DEL PROYECTO (Construcción)	ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO
	Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de polvo - Vibraciones - Producción de ruidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad del Aire - Ruidos
	Colectoras	<ul style="list-style-type: none"> - Esparcimiento de polvo durante la excavación de Zanjas - Generación de Gases de Combustión - Contaminación Sonora provocada al colocar las tuberías de las zanjas. - El Suelo sufre riesgo de quedar inestable durante la apertura de zanjas - Molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular - Enfermedades alérgicas y respiratorias debido al polvo. - Distorsión del paisaje debido al abultamiento de tierra - Ruptura de la tubería de agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> - calidad del Aire - Ruido - Relieve y Geodinámica - Transporte - Salud - Paisaje - Infraestructura habitacional
	Pozos de Visita	<ul style="list-style-type: none"> - Esparcimiento de polvo Durante la Excavación - Generación de Ruido - El Suelo sufre riesgo de quedar inestable durante la excavación - Perturbación para el tránsito vehicular - Daños en la calle y abultamiento de tierra - Enfermedades de la piel por la presencia de partículas de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad de Aire - Ruido - Relieve y Geodinámica - Transporte - Paisaje - Salud
	Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> - Esparcimiento de polvo durante la excavación - Generación de Ruido - El Suelo sufre riesgo de quedar inestable durante la excavación - Perturbación del tránsito vehicular - Daños en la calle y abultamiento de tierra - Enfermedades de la piel por la presencia de partículas de polvo. - Ruptura de la Tubería de agua Potable - Riesgo de Accidentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad del Aire - Ruido - Relieve y Geodinámica - Transporte - Paisaje - Salud - Infraestructura Habitacional - Población y trabajadores

Limpieza y Entrega de la RAS	<ul style="list-style-type: none"> -Generación de polvo durante la limpieza -Ruido por el uso de camión volquete. -Molestia de la población por ruidos y residuos derivados de la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> -Calidad de Aire -Ruido -Población
Obras de Pretratamiento - Tanques Imhoff	<ul style="list-style-type: none"> -Emisión de polvo -Producción de Ruidos por transporte de materiales. -Afectaciones en la Salud de la Población por la emisión de partículas de polvo -Distorsión del Paisaje -Contaminación de Suelo y Erosión por remoción de la capa vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> -Calidad del Aire -Ruido -Salud -Paisaje -Suelo
Construcción de lagunas	<ul style="list-style-type: none"> -Migración de aves y microfauna -Producción de Polvo por acción de las maquinas -Contaminación Sonora provocada por las actividades de la maquinaria pesada -Contaminación de los cursos fluviales por el arrastre de Sólidos causado por la eliminación de la capa superficial del suelo y la acciones de erosivas -Materiales sueltos por el movimiento de tierra que provocaran los procesos erosivos -Remoción de la capa vegetal y Cambios en el uso de suelo. -Modificación de las características fisicoquímicas 	<ul style="list-style-type: none"> -Fauna -Calidad del Aire -Ruido -Calidad de la Aguas Superficiales -Erosión -Suelo
Limpieza y entrega de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"> -Generación de polvo durante la limpieza -Ruido por el uso de camión volquete. -Molestia de la población por ruidos y residuos derivados de la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> -Calidad de Aire -Ruido -Población

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.4.2.2 Matriz de identificación de los impactos ambientales que genera el proyecto “Red de alcantarillado y Sistema de tratamiento de aguas residuales en san pablo” en la etapa de operación (Tabla 44)

ESTADIO DEL PROYECTO	ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO
OPERACION	Funcionamiento de las Infraestructuras	Generación de olores por la descomposición de la materia orgánica provocada del desprendimiento de gases que generarán olores desagradables	Aire
		Contaminación del Suelo ya que el sistema de tratamiento podría tener deficiencias como fisuras que provocaría que el agua residual cruda se infiltre en el suelo y lo contamine, a menos que sea una estructura bien impermeabilizada.	Suelo
		Contaminación del Agua Subterránea si se presentara deficiencia en el sistema y provocara la infiltración del agua residual en los mantos acuíferos y los contaminaría.	Agua Subterránea
		Las estructuras del sistema impermeabilizarían ciertas partes del terreno lo que dificultaría el drenaje en la zona.	Drenaje Natural
		El efluente resultante puede ser vertido a cuerpos superficiales de agua lo que provocaría la degradación de los mismos si no son capaz de asimilar las altas concentraciones de sólidos, DBO, DQO, etc.	Agua Superficial
		Infraestructura estéticamente incompatible con el medio natural de la zona	Paisaje y Estética
		La recolección y disposición de las aguas residuales a través del sistema de tratamiento mejora las condiciones de vida de quienes viven cerca del proyecto y de quienes hacen uso de las instalaciones del recinto.	Población

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.5 Valoración de los impactos del proyecto.

Una vez identificados todos los impactos según se muestra en la ***matriz de los impactos ambientales que genera el proyecto***, se debe proceder a la valoración de la importancia con el propósito de determinar los impactos más relevantes, según los efectos que éstos causan.

La siguiente matriz de valoración de impactos del proyecto se hizo en base a las tablas 18 y 19 de criterios para valorar la calidad ambiental.

6.5.1 Matriz de valoración de los impactos del proyecto “Red de alcantarillado y Sistema de tratamiento de aguas residuales en San Pablo” (Tabla -45)

CAUSA	EFECTO	CRITERIOS					PROMEDIO
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
Preliminares	Producción de polvo	3	3	3	3	2	2.8
	Vibraciones	3	3	3	3	2	2.8
	Producción de ruidos	3	3	3	3	2	2.8
Colectoras, Pozos de Visita, Conexiones	Esparcimiento de Polvo	3	3	3	3	2	2.8
	Contaminación Sonora	3	3	3	3	2	2.8
	Riesgo del Suelo a quedar inestable.	3	3	3	3	3	3
	Molestia a la población por tránsito vehicular	3	3	3	3	3	3
	Enfermedades alérgicas y respiratorias	3	3	3	3	3	3
	Distorsión del paisaje	3	3	3	3	3	3
	Daños en la calle	3	3	3	3	3	3
	Generación de Gases de Combustión	3	3	3	3	3	3
	Riesgo de Accidentes	3	3	3	3	3	3
	Ruptura de la tubería de agua potable	3	3	3	3	3	3
Sistema de Tratamiento de agua residuales	Emisión de polvo	3	3	3	3	3	3
	Producción de Ruidos	3	3	3	3	3	3
	Afectaciones en la Salud	3	3	3	3	3	3
	Distorsión del Paisaje	3	3	3	3	3	3
	Contaminación de Suelo y Erosión	3	3	2	2	3	2.6
	Migración de aves y microfauna	3	3	3	3	3	3
	Contaminación de los cursos fluviales	2	3	2	2	3	2.4
	Remoción de la capa vegetal	3	3	3	3	3	3
Valor Promedio del estado actual del medio							3

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.6 Pronóstico de la calidad ambiental del medio con proyecto (Ver tabla # 21) de criterios generales de pronóstico de la calidad ambiental)

Se relacionaron las diferencias por medio del: valor promedio de importancia encontrado en la Calidad Ambiental del medio ambiente sin el proyecto y el valor promedio de la Calidad del Medio Ambiente con el proyecto, posteriormente se compararon estos valores con los “*Criterios generales para realizar el pronóstico de la calidad ambiental*”.

Determinándose lo siguiente para el proyecto de “Red de Alcantarillado y Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en San Pablo” El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental. La estrategia debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera INSIGNIFICANTES impactos ambientales que se pueden mitigar con medidas generales de mitigación. Se justifican los proyectos de infraestructura social. Esta condición se puede considerar como de EQUILIBRIO ÓPTIMO.

6.7 Plan de Mitigación de los Impactos Ambientales

6.7.1. Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de construcción “Red de alcantarillado y Sistema de tratamiento de aguas residuales en San Pablo”(Tabla 46)

Impacto que se Pretende Mitigar	Efecto a Corregir sobre un Factor Ambiental	Descripción de las Medidas	Costo de la Medida	Responsable de la Gestión de la Medida
Preliminares	Producción de polvo	Riego sobre superficie y uso de elementos filtrantes.	INDIRECTO	CONTRATISTA
	Vibraciones	Manejo adecuado de las fases operacionales de las maquinas.		
	Producción de ruidos	Barreras acústicas y tecnologías de bajo nivel sonoro.		
Colectoras, Pozos de Visita, Conexiones	Esparcimiento de Polvo	Riego sobre superficie y uso de elementos filtrantes.	INDIRECTO	CONTRATISTA
	Generación de Gases de Combustión	El uso de óptimo de la maquinaria en estado de eficiencia, de manera que los gases generados estén bien combustiónados		
	Contaminación Sonora	Barreras acústicas y tecnologías de bajo nivel sonoro.		
	Riesgo del Suelo a quedar inestable.	Plan de manejo de suelos en áreas de extracción de material de empréstito y botaderos. Compactación de acuerdo a las especificaciones técnicas referidas en los pliegos de licitación.		
	Molestia a la población por tránsito vehicular	El contratista tiene que ir paralelamente abriendo las zanjas, colocando la tubería y cerrando inmediatamente al concluir el trabajo para interrumpir lo menos posible el tránsito vehicular y las actividades normales de los pobladores de los barrios afectados.		
	Enfermedades alérgicas y respiratorias	Recomendaciones necesarias como el uso de pañuelos para no respirar todo el polvo.		
	Distorsión del paisaje	Manejo paisajístico (barreras visuales).		
	Ruptura de la tubería de agua potable.	Reparaciones Inmediatas de parte del Contratista		
	Daños en la calle por material suelto	Trasladar del lugar el materia suelto evitando así posibles accidentes, lo mismo se hará en caso que este material afecte la libre circulación de las aguas que corre a través de las cunetas.		
	Riesgo de Accidentes	Colocar señales de prevención. Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas, de forma de evitar riesgos de accidentes.		
Sistema de Tratamiento de agua residuales	Emisión de polvo	Riego sobre superficie y uso de elementos filtrantes.	INDIRECTO	CONTRATISTA
	Producción de Ruidos	Barreras acústicas y tecnologías de bajo nivel sonoro.		
	Afectaciones en la Salud	Medidas de la parte de salud de la Comunidad para evitar enfermedades provocadas por el polvo.		
	Distorsión del Paisaje	Manejo paisajístico (barreras visuales).		
	Contaminación de Suelo y Erosión	Proposición de obras de protección contra erosión (taludes de vegetación)		
	Migración de aves y microfauna	Catastro de zonas y su protección mediante la creación de los hábitats destruidos. Pantallas antiruido		
	Contaminación de los cursos fluviales	Las tapaderas de pozos de registro, deberán fijarse de tal manera que minimicen la entrada de aguas lluvias al sistema. De ser posible deberán obtenerse selladores impermeabilizantes. Ya que cuando estos sobrepasan su capacidad las aguas corren a lo largo de la superficie de la tierra contaminando el río San Pablo.		
	Remoción de la capa vegetal	Recuperación de las capas productivas de los suelos		

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.7.2 Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto en la etapa de operación “Red de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales en San Pablo” (Ver tabla # 24) Tabla # 47

Impacto que se Pretende Mitigar	Efecto a Corregir sobre un Factor Ambiental	Descripción de las Medidas	Costo de la Medida	Responsable de la Gestión de la Medida
Funcionamiento del sistema de saneamiento	Generación de olores por la descomposición de la materia orgánica	Arborización de los contornos del recinto o incluso cubrir (y eventualmente desodorizar) aquellas componentes unitarias más susceptibles de generar olores (cámara de rejillas, deshidratación de lodos, etc.).		
	Contaminación del Suelo.	Impermeabilizante en la planta de tratamiento para que el agua no se infiltre.	Indirecto	Contratista
	Contaminación del Agua Subterránea	Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas durante la etapa de operación del sistema se deberán realizar adecuadas prácticas de operación y mantenimiento, tanto correctivo, preventivo como de emergencia.	Indirecto	Contratista
	Afectación al drenaje natural	Se proponen canales fluviales para dirigir las aguas con la pendiente natural y mantener áreas verdes.		
	Contaminación del agua superficial	Las tapaderas de pozos de registro, deberán fijarse de tal manera que minimicen la entrada de aguas lluvias al sistema. De ser posible deberán obtenerse selladores impermeabilizantes. Ya que cuando estos sobrepasan su capacidad las aguas corren a lo largo de la superficie de la tierra contaminando el río Estelí.		
	Paisaje afectado y estética	Manejo paisajístico (barreras visuales).		

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.8 MEDIDAS PRECAUTORIAS O MITIGADORAS A ADOPTAR PARA LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA COLOCACIÓN DE TUBERÍAS

- El material extraído de las excavaciones se mantendrá acopiado, humedecido o protegido con una cubierta superficial a fin de evitar su desparramo y permitir el Tránsito peatonal.
- Fuera de los horarios de trabajo las zanjass permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.
- Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.
- Se establece como máximo para cada frente de trabajo 200 m lineales de excavación sin tubería colocada como límite de ejecución de zanjass.
- Durante la construcción del ducto, se deberá separar la primera capa superficial del suelo (alrededor de 20 cm.) a un costado de la zanja y amontonarla a un lado de la misma, para su posterior redistribución sobre el área afectada en la etapa de entierro y restauración del sitio.

6.8.1 Medidas de mitigación en el transporte / almacenamiento de materiales y equipos.

- No será necesario habilitar áreas de almacenamiento de combustibles, grasas y lubricantes. Todos estos insumos serán obtenidos directamente en las estaciones de servicio de la ciudad de Estelí para prevenir derrames.
- Colocar y mantener adecuadamente los equipos y materiales de construcción.

- Establecer sitio de estacionamiento de la maquinaria y otros, a fin de minimizar interferencias con el tránsito.
- Programar las rutas del tránsito de camiones que transportan material de construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido.

6.8.2 Medidas de prevención y seguridad ocupacional.

- El campamento de la obra deberá ser provisto de sistemas de saneamiento básico con la adecuada disposición de sus excretas y residuos sólidos a fin de evitar la proliferación de enfermedades y la contaminación del suelo.
- Se garantizará el abastecimiento de agua potable a los trabajadores.
- El contratista deberá tomar las precauciones necesarias para resguardar la salud de su personal para lo cual deberá:
 1. Realizar un chequeo del personal sobre enfermedades infectocontagiosas antes de empezar el trabajo.
 2. Constatar que el personal cuenta con vacunas apropiadas.
 3. Recomendar y orientar al personal sobre normas de higiene y salud.
 4. En caso de epidemias el personal afectado deberá ser evacuado.
- Con la finalidad de prevenir incidentes en el personal a cargo de las obras, se llevará un control estricto sobre el empleo de ropa e implementos de seguridad (casco; guantes, botas, protectores nasales, oculares y auditivos; etc.), el control será responsabilidad del supervisor de obras.
- Se realizará mantenimiento periódico a los equipos y vehículos, así como se verificará que los mismos cuenten con los implementos de seguridad estándar para los operarios.

- Los trabajadores contendrán asimismo los equipos necesarios para la extinción de incendios y de primeros auxilios.

6.9 PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL.

El programa de gestión ambiental se elaboro considerando todas las acciones que requieren ser controladas y supervisadas en este tipo de proyecto, durante sus etapas para evitar controlar y /0 revertir los impactos ambientales negativos. La ejecución del este programa está bajo la responsabilidad de entidades competentes como el instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL _ San Rafael del Sur, la alcaldía municipal de San Rafael del Sur, y el MINSA. Este programa se llevara a cabo tanto en la etapa de construcción como en la de operación del proyecto. Para lo cual se efectuara monitoreo y seguimiento del proyecto el que se llevara a cabo de la siguiente manera:

6.9.1 Plan de monitoreo del proyecto.

El plan de monitoreo se pretende verificar los eventuales cambios en los parámetros ambientales y socioeconómicos estudiados, detectar si los cambios en los componentes ambientales se deben a la ejecución del proyecto así como evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.

6.9.1.1 Plan de monitoreo del proyecto

Tabla 48 Afectación según la Variable

Componente a ser afectado	Variable a medir	Frecuencia	Responsable
Agua Superficial y Subterránea	Agua Superficial y Subterráneas y después del sistema	Trimestral	ENACAL- San Rafael del Sur y Alcaldía Municipal
Salud (Enfermedades respiratorias, bacteriológicas, alérgicas)	Cantidad de personas que ingresan a un centro asistencial proveniente del área de influencia del proyecto.	Mensual	MINSA
Equipo Mantenimiento y control	Número de veces que se les dé el mantenimiento debido a las tuberías	Quincenal	Encargado de Mantenimiento
Efluentes Líquidos	Caudal, pH y Temperatura, Coliformes.	Continuo	La alcaldía municipal, los trabajadores, MARENA y MINSA.

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

6.9.2 Plan de seguimiento ambiental

Este permitirá verificar y evaluar si se está cumpliendo con el buen funcionamiento de la Red de Alcantarillado Sanitario en sus diferentes etapas y de la Planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 49 Actividad según la fase, frecuencia y responsable

Actividad	Fase	Frecuencia	Responsable
Vigilar la eficiencia y eficacia de la red de recolección de aguas residuales	Operación	Semanal	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Supervisar el mantenimiento del equipo	Construcción y Operación	Semanal	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Vigilar el adecuado funcionamiento del sistema	Operación	Diario	Supervisor Ambiental (Alcaldía)
Supervisar las condiciones laborales de los trabajadores.	Construcción y Operación	Mensual	Alcaldía y MITRAB
Informar a la población sobre el funcionamiento del sistema.	Construcción y Operación	Anual	Alcaldía y ENACAL-San Rafael del Sur.

Fuente: Elaboración Propia, Periodo Octubre 2010

Capítulo VII

Equipos y Mantenimiento

7.1 GENERALIDADES

Para el buen desarrollo de las actividades de mantenimiento del Sistema Convencional de Alcantarillado Sanitario, se considera que se debe contar con un catastro de la infraestructura instalada, así como los planos del sistema instalado donde deben de aparecer las líneas de cada tramo con los dispositivos y sus elevaciones y distancias, así como los diámetros y pendientes.

Dentro del plan de mantenimiento, a medida que van surgiendo problemas en el sistema, éstos deben ir señalados en los planos, para determinar las zonas de mantenimiento continuo o menos trabajo.

La utilización de diferentes equipos de mantenimiento dependerá de algunos factores como pueden ser: el presupuesto asignado para la actividad y el grado de dificultad para resolver el problema éste mantenimiento estará a cargo de las cuadrillas de trabajadores del ENACAL.

7.2 EQUIPOS UTILIZADOS PARA MANTENIMIENTO

De acuerdo a: (José Raúl Reyes López, 2006, págs. 53-60)³¹

7.2.1 Equipos de varillas y roto sondas

La herramienta tradicionalmente utilizada por las cuadrillas de mantenimiento han sido las varillas de acero, las cuales se utilizan para destapar las líneas de alcantarillado. Estas varillas son muy resistentes a los ácidos y son flexibles lo que permite su fácil manipulación para introducirlos en los dispositivos de limpieza de los que se solicita un ángulo mínimo de 45°, lo que para algunos casos se usarán codos de radio largo,

³¹ José Raúl Reyes López, Kenia Velásquez, Franklin Zeledón Sánchez, (2006) *Diseño de Alcantarillado sanitario del bo. Reparto España, con propuesta de distintos materiales (PVC y Concreto)*. Managua

Yee y Tee sanitarios. Las varillas miden un metro de longitud y se unen entre sí con acoples hasta una longitud máxima de 120 metros que en determinado momento podrá manipular la cuadrilla de mantenimiento; las varillas pueden tener diferentes tipos de aleaciones, también pueden variar en diámetro y longitudes.

Los máximos rendimientos, se han logrado con la ayuda del motor de roto sondas reversibles, el cual variará la rotación dependiendo del número de varillas que tenga que mover, los motores roto sondas pueden ser de 3Hp, 5Hp y 7Hp, enfriados por aire y arranque manual tipo resorte, montado en tres ruedas de hule sólido, la velocidad de rotación alcanzado por las varillas es de 125 RPM, la que puede ser graduada con una palanca de control de rotación del equipo.

Para el manejo de equipo de varillas con roto sondas, se debe de contar con las medidas de seguridad mínimas como pueden ser guantes de cuero y casco para la cabeza, así también se deben tener todos los accesorios que puedan utilizarse para resolver un problema. Los accesorios más comunes consisten en llaves, barras y manerales con las que el operador puede girar, empujar, armar o voltear una serie de varillas; también se tiene el recuperador de varillas que es un gancho que servirá para extraer varillas que se rompan dentro de la tubería en el proceso de trabajo.

Debe de verificarse que los accesorios que se utilizan no vayan a deteriorar las paredes de la tubería, evitando al máximo las puntas de lanzas, navajas y sierras, cuya utilización es muy riesgosa.

La cuadrilla de trabajo con varillas y roto sondas, está compuesta por cuatro operarios, un conductor, un maestro de obra (Jefe de cuadrilla) y dos ayudantes. Con un vehículo para mover la carreta de sondas metálicas, accesorios, motor, barril para recoger desechos.

7.2.2 Arrastradoras / Cargadoras de camión (malacates)

Un equipo para extraer todo tipo de sedimentos son las máquinas desazolvadoras accionadas con motor de gasolina o diesel, con arrancador eléctrico de 9 hasta 30HP.

Cada una de las máquinas está montada sobre un complementario. Cuentan también con un tambor con capacidad para enrollar 304m y el cable de acero preformado de 13 mm con devanador automático.

Además otro tambor de preparación para enrollar 152 m y el cable de acero de 6mm. Finalmente cuenta con una serie de accesorios (ganchos, manerales, destorcedores, gatos inclinados, y draga o bote para extraer el azolve, etc.) para desazolver tuberías de 15, 20, 25, 30, 45 y 55 cm de diámetro, que deben seleccionarse cuidando su compatibilidad con el diámetro interior de la tubería de PVC para que no la dañen.

7.2.3 Bomba de humo (soplador)

En ocasiones es necesario realizar una prueba de humo en la tubería con el propósito de localizar una grieta importante o una conexión ilegal en la red de alcantarillado. La prueba consiste en hacer circular bajo presión una nube de humo blanco que penetrará todas las conexiones dentro del sector de la red bajo prueba. Observando donde el humo se está escapando, se pueden ubicar las grietas importantes y las conexiones ilegales.

También la prueba de humo se logra aislando una sección de la tubería e introduciendo humo en la tubería utilizando un soplador de humo y un dispositivo generador de humo. (Importante: Debe notificar a todas las autoridades y habitantes de la localidad antes de realizar pruebas de humo. Primero se aíslan las tuberías utilizando tapones de tubería. Luego se introduce humo en el sistema de drenaje. Después el personal que realiza

las pruebas revisa la calle y otras áreas donde pudiera haber potencialmente una fuente de agua extraña y registra esas ubicaciones para un seguimiento correctivo

Estas bombas generan hasta 4000 pies cúbicos por minuto de flujo de aire para introducir humo rápidamente en el sistema de drenaje. Los sopladores de Cherne (los más usados en la actualidad) están hechos de aluminio vaciado de peso ligero y cuentan con un empaque de espuma de ½" para asegurar un sello libre de fugas en las alcantarillas y minimizar la vibración. El soplador de humo tradicional tiene una caja contenedora de la bomba de humo, un tanque presurizado, una manguera y todos los componentes necesarios para realizar una prueba de humo.

7.2.4 Camiones hidro-vaciadores (vector)

Es el mejor equipo para la limpieza de alcantarillado sanitario con combinación de chorro/succión de alta presión y succión. Todo montado en camión. Posee motor diesel de 210 HP (240 opcional) peso vehicular de 18,600 Kilos.

El vector está compuesto por:

- *Tanque de desperdicio:* capacidad de 9 yardas Fabricado de Acero corten norma ASTM. Espesor de 3/16" (4.7 mm). Cuenta con válvula automática de sobrecarga e indicador del nivel de agua.
- *Motor industrial:* Marca John Deere. Manda bomba de alta presión de agua. 100 Hp diesel, 4 cilindros. Transfiere potencia por las bandas.
- *Brazo hidráulico:* la manguera de succión está montada sobre un brazo operando hidráulicamente para levantar y bajar la manguera. Con giro de

180 grados permite limpiar ambos lados del camión. Capaz de levantar 700 libras (317 kilos).

- *Manguera de succión:* hecho de acero reforzado de 8" de diámetro o sea 203 mm. Se extiende del tanque hasta el nivel de la calle, con extinciones de aluminio hasta profundidades de 20" (6m) con extensiones adicionales extras. Con esnorkle se puede succionar bajo el nivel de agua hasta 5 pies (1.50 m).
- *Bomba de Agua:* Marca Gaso Modelo: 3,364 AI de desplazamiento positivo de tres cilindros. Capacidad de 2000 PSI (135 kg/m²) a 60 GPM (243 l/min) capaz de funcionar seco sin dañarse.
- *Bomba de succión.* Tipo centrífugo de dos etapas (tres etapas opcional) capacidad de 8,000 CFM (pies³/min) a 135" de presión negativa (190 para tres etapas) accionando con toma de fuerza del camión utilizando solamente el 50% de su potencia.
- *Tanque de agua:* 1000 galones (3750 l). Formado por cuatro tanques independientes inter contadas al fondo para gastos simultáneos. Hechas e polietileno moldeado para eliminar erosión y fallas de soldadura.
- *Descarga Hidráulica:* descarga mediante sistema de cilindros hidráulicos tipo de tijera para mayor estabilidad, ángulo de descarga de 50 grados.
- *Manguera de descarga de agua:* con sistema de purga de agua se puede devolver el agua al pozo así llevando los sólidos para descargar.
- *Puerta trasera:* sierre operado hidráulicamente, desde controles para la seguridad del operador.

- *Manguera de alta presión:* hecha de poliuretano reforzado con capas de nylon para presión de trabajo de 2500 PSI de 1" de diámetro y 400 pies (120 m) de largo con devanador para enrollarla en el carrete.
- *Pistola de lavado:* pistola de chorro de alta presión con manguera de 7 metros por media pulgada de diámetro con gatillo de hombre muerto.
- *Válvula de corte de vacío:* utilizado para la protección de sobrecarga de tanque de desperdicio.
- *Indicador de nivel:* esta flecha da la indicación del nivel de desperdicio dentro del agua.
- *Indicador del nivel de agua:* este tubo le da la indicación del nivel de agua limpia dentro de los tanques de polietileno de 1000 galones.

El empleo de este equipo resulta eficiente, económico y confiable debido a que el alcantarillado con tuberías de PVC no es vulnerable a la penetración de raíces, no se le adhieren fuertemente azolves (por su superficie lisa), ya que el equipo carece de accesorios de desazolve que puedan rayar o lastimar las paredes de la tubería, igualmente se utiliza en tuberías de cemento, aunque son muy vulnerables al crecimiento de raíces.

El vector consiste en un camión provisto de tanques de agua (de 1.9 a 11.4 m³ de capacidad), tanque de lodos con cilindros de levante de (3.8 a 15.3 m³ de capacidad) con sistemas de auto limpieza integrado; tubos de succión que se acoplan por medio de una unión en forma de campana con anillo integrado y conectores.

Para su operación cuenta con un sistema eléctrico de acuerdo con los requerimientos, micro filtros y sello de vacío, bomba de desplazamientos positivo (soplador), bombas de agua de triple émbolo, bombas de vacío con

válvulas de alivio de presión, toma de fuerza de eje dividido, sistema de drenaje automático y seguros hidráulicos.

Para desazolvar una línea, se introduce a la tubería el carrete, o la manguera del equipo por un pozo de visita; enseguida, se lanza el chorro de agua a alta presión para remover el tapón que obstruye el conducto. Dependiendo del taponamiento y de la capacidad del equipo, las presiones deben oscilar de 60 hasta 2500 PSI. El lodo resultante se extrae por medio del tubo de succión colocado en el mismo pozo de visita o en otro que esté aguas abajo.

Dependiendo del equipo utilizado, se podrán succionar los residuos al tanque de lodos el mismo camión o retirarlos del lugar por medio de palas, carretillas, cubetas, etc.

7.3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Para el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, se han establecido tres tipos de actividades principales las cuales se distinguen de la siguiente manera:

7.3.1 Mantenimiento preventivo

Es una actividad que facilita la operación del sistema, previendo su obstrucción, para lo cual es necesario la inspección de los pozos de visita, cajas de registro, alumbramiento de tuberías, para después proceder a desarenar y lavar tuberías con equipo hidroneumático, lavado de manjoles cabeceros con pipas, acometidas domiciliarias, limpieza de manjoles, cajas, etc.

Para evitar las obstrucciones, se debe solicitar a los usuarios beneficiados con el servicio de alcantarillado, hacer buen uso de él, evitando introducir en el sistema

basura, arena y objetos como calcetines, toallas sanitarias, utensilios de cocina, etc.

7.3.2 Mantenimiento correctivo

Las correcciones en el sistema estarán destinadas a evitar el deterioro en cualquier parte de la infraestructura, para lo cual se deben de cambiar o reparar tapas de concreto y colocar nuevas tapas de hierro fundido con su cadena para evitar hurto, así como colocación de peldaños en manjoles. Otros trabajos mayores pueden ser la reparación de tuberías que causan embotellamiento, lo que sucede también en manjoles enterrados y que deben elevarse.

En la instalación de un sistema de alcantarillado, no debe de permitirse al máximo la construcción de sifones invertidos, puesto que éstos requieren una mayor vigilancia para su operación, aumentando las labores de mantenimiento, sobre todo en el período de invierno. Por otra parte, deben de quedar bien instaladas todas las acometidas domiciliarias con su respectiva Yee sanitaria con conocimiento del usuario para evitar más tarde destrucción de la tubería.

7.3.3 Mantenimiento de emergencia

Esta actividad está destinada principalmente a resolver problemas de obstrucción en la red pública, las que generalmente son ocasionadas por basura, cucharas, tenedores, trapos, etc., que los usuarios depositan en tuberías; en las colectoras de diámetro mayores las obstrucciones se deben a piedras, adoquines hasta palos cruzados que se introducen por los PVS o DVC que por diversas razones pierden sus tapas. Estos obstáculos van acumulando basura hasta causar el bloqueo.

La duración de esta actividad dependerá del tipo de obstrucción y del número de dispositivos que se tengan que limpiar, pudiendo calcularse desde media hora hasta tres horas, ya que si este tiempo se sobrepasa se debe enviar otra cuadrilla

para reforzar el trabajo y garantizar la atención al usuario. Actualmente en la red de Managua se atiende un promedio de 8 a 12 obstrucciones diariamente.

La programación del mantenimiento debe estar basada en la información necesaria tal como longitudes y diámetros de las redes de cada barrio, así como del tipo y cantidad de dispositivo de limpieza, con los cuales se podría presentar la programación en un diagrama de barrio.

El mantenimiento es programado de la siguiente manera:

Tabla 50

Mantenimiento Preventivo	2 veces al año
Mantenimiento Correctivo	2 vez al año
Mantenimiento de Emergencia	Cada vez que se presente

7.4 EQUIPO Y MANTENIMIENTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Una vez las lagunas de estabilización han iniciado su operación en estado estable, es necesario llevar a cabo actividades de mantenimiento rutinario que, aunque mínimas, son indispensables para su buena operación. De acuerdo con Mara y Pearson, las tareas rutinarias de mantenimiento son:

- Remoción de sólidos gruesos y arenas retenidos en las unidades de tratamiento preliminar.
- Corte, poda y retiro de pasto y vegetación que crezca sobre los terraplenes. Esto se hace para evitar que la vegetación caiga en la laguna y genere micro-ambiente propicio para la proliferación de mosquitos. Se recomienda, por lo tanto, el uso de vegetación o pastos de crecimiento lento para minimizar la frecuencia de esta actividad.

- Remoción de material flotante como natas, papel, pedazos de madera o plásticos y plantas macrófitas flotantes (e.g. *Lemna spp.*) de las laguna facultativas y las lagunas de maduración. Para facilitar su remoción se debe de construir una especie de cuchara grande de malla metálica con un asa larga. Esto se hace para maximizar la tasa de fotosíntesis, la re-aeración superficial y prevenir la proliferación de moscas y mosquitos. Los materiales removidos deben ser rápidamente enterrados juntamente con los sólidos removidos del desarenador y las cribas para evitar contacto con insectos.
- Remoción de cualquier material sólido acumulado en las estructuras de entrada y salida de las lagunas.
- Reparación de cualquier daño causado a los terraplenes por roedores u otros animales.
- Reparación de cualquier daño en las obras de encerramiento y puertas o sitios de acceso al sistema.
- Control de olores. En consideraciones normales, no deben de existir olores asociados con lagunas bien diseñadas, iniciadas y operadas. Las causas más frecuentes de olores objetables son: sobrecargas, cargas violentas o cambio en el tipo de agua residual. Olores desagradables usualmente provienen de depósitos de lodo en las esquinas, vegetación en putrefacción y animales muertos. La presencias de olores desagradables no debe ser tolerada y su causa debe de ser investigada de inmediato. En muchos casos se han empleado líquidos desodorantes como medida de emergencia para disfrazar el olor, mientras se soluciona el problema de forma definitiva.

7.4.1 Personal de trabajo

La información y registro de estas actividades debe consignarse en una bitácora de mantenimiento del sistema por el operador responsable. Esta persona también está usualmente a cargo de la toma de muestras y medición de los caudales de entrada al sistema.

El siguiente personal se sugiere para instalaciones de varios tamaños.

Tabla 51

Población servida por laguna (ha)	Personal	
	Supervisor	Ayudantes
5000	-	2
10000	-	3
50000	1	6
100000	1	8
200000	1	8

Fuente: adaptado de Arceivala (1973)

El supervisor, responsable por el funcionamiento de las lagunas deberá poseer conocimientos básicos sobre la operación y mantenimiento de esos sistemas. Deberá ser capacitado periódicamente por los órganos responsables directa o indirectamente por el sistema o por las universidades existentes en su región de trabajo.

Capítulo IX

Conclusiones y Recomendaciones

9.1 CONCLUSIONES

1. Las condiciones de saneamiento que presenta actualmente el municipio de San Pablo no son completas ni adecuadas. Cuentan con el servicio de agua potable con una frecuencia no regular del servicio y no cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario ni planta de tratamiento de aguas residuales, lo que trae como consecuencia una calidad de vida pobre donde permanecen presentes las enfermedades y condiciones ambientales de riesgo para la población y el medio.
2. Se realizaron estudios poblacionales donde se determinó la población existente y su empatía con el proyecto así como su disposición económica para pagar por los servicios adicionales.

Así mismo se identificaron las características topográficas, hidrogeológicas e hidrológicas del sitio observándose una topografía plana regular con leves ondulaciones, un único río bordeando el poblado (Río San Pablo) en condiciones de riesgo por la contaminación superficial causada por los pobladores y diversos pozos subterráneos proveedores de agua potable.

3. Se cumplió con los criterios técnicos de diseño para el alcantarillado sanitario y para la planta de tratamiento de aguas residuales según las normas técnicas de INAA y del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Obteniéndose un sistema de alcantarillado sanitario eficiente y un sistema de tratamiento que trabaja en armonía con el medio ambiente y cumple con el decreto 33-95 del MARENA.
4. El estudio económico se realizó por medio de un análisis beneficio costo modificado en el cual se logro demostrar que el proyecto es viable según el resultado que fue arrojado (1.002), esto quiere decir que los beneficios que

el proyecto traerá consigo a la población serán superiores a los costos que representa la realización de dicho proyecto

5. La evaluación del impacto ambiental se realizó en base a la Ley General del Medio Ambiente (Ley 217) y el decreto 76-2006, definiéndose realizar una valoración ambiental, no se considera en ninguna de las 5 categorías que rigen el sistema de evaluación ambiental del país.

En lo que corresponde a la Evaluación del Emplazamiento, se pudo determinar en el Histograma el valor de **2.9**, este valor se encuentra entre el rango de 2.6 a 3, esto indicó que el Sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, **por lo que el FISE considera este sitio como elegible para el desarrollo de la inversión.**

Se relacionaron las diferencias encontrado entre la Calidad Ambiental del medio ambiente sin el proyecto y la Calidad del Medio Ambiente con el proyecto, posteriormente se compararon estas diferencias con los "*Criterios generales para realizar el pronóstico de la calidad ambiental*". Determinándose que **El medio ambiente donde se ubica el proyecto tiene buena calidad ambiental. La estrategia debe ser de CONSERVACION y el proyecto genera INSIGNIFICANTES impactos ambientales que se pueden controlar con medidas generales de Mitigación.**

9.2 RECOMENDACIONES

1. Recomendamos se respete íntegramente el diseño de los sistemas al momento de su construcción.
2. El mantenimiento mínimo debe ser el recomendado en el capítulo XIII.
3. Con relación al Impacto Ambiental se determinaron las soluciones o las medidas de mitigación para corregir las posibles afectaciones que se darían en el transcurso de ejecución y operación del proyecto de Saneamiento de la Comunidad de San Pablo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldia Municipal, S. R. (2000). *FICHA MUNICIPAL SAN RAFAEL DEL SUR*. San Rafael del Sur.
- J.M Azevedo Netto, Guillermo Costa Alvarez. Manual de Hidraulica. Tomo 2
- Anotaciones tomadas en la asignatura de Hidráulica I y II. Unan – Managua.
- Anotaciones tomadas en la asignatura de topografía. Unan – Managua
- Anotaciones tomadas en la asignatura de Ingeniería Económica. Unan – Managua.
- Anotaciones tomadas en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I y II. Unan – Managua.
- Anotaciones tomadas en la asignatura de Costo y Presupuesto. Unan – Managua.
- (FISE), F. d. (2001). *Manual de normas y procedimientos, principales instrumentos del sistema de gestion ambiental*. Managua.
- (INAA), I. N. (2005). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Managua.
- (INAA), Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2000). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua*. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de ambiente y recurso naturales, (MARENA), (1995) Disposiciones para el control de contaminación provenientes de descargas de aguas residuales dometicas, industiales y agropecuarias. DECRETO N° 33-95. Managua, Nicaragua.
- (OPS), O. p. (2005). *Guia para el diseno de desarenadores y sedimentadores*. Lima.
- (OPS), O. P. (2005). *Guía para el diseño de tanque séptico, tanque imhoff y laguna de estabilización*. Lima.
- José Raúl Reyes López, K. V. (2006). *Diseño de Alcantarillado sanitario del bo. Reparto España, con propuesta de distintos materiales (PVC y Concreto)*. Managua.

- Sergio Rolim Mendonça. Seminario Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales a través de Humedales Naturales y Artificiales y Lagunas de Estabilización.
- (SISGA), S. d. (2001). *Decreto 76-2006 SISGA*. Managua.
- Álvaro Torres Nieto, Eduardo Villate Bonilla. Topografía 4ta edición.
- PhD. Fabian Yanez. Guía para la Operación y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización

- <http://www.es.irc.nl/page/26728>
- www.enacal.com.ni
- www.Construaprende.com
- <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/acodal42/operacion.pdf> para lagunas
- http://www.cepis.org.pe/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/058_O&M-alcantarillado/O&M-alcantarillado.pdf (operación y mantenimiento)
- <http://www.es.irc.nl/page/26728>
- <http://www.cepis.org.pe/bvsacd/scan2/011634/011634-II-05.pdf> (operación y mantenimiento de lagunas CEPIS)
- <http://antiguo.itson.mx/dii/mconant/materias/ingeco/cap39.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta socioeconómica

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio se está realizando con el objetivo de conocer la percepción de la comunidad ante la problemática de no contar con los servicios de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas servidas. En aras de identificar los focos del problema y poder darle solución a este.

ENCUESTA

Datos

Departamento: _____ Municipio: _____ Barrio: _____

Primera Parte: FAMILIA

De casa: Mzn: Lote:

1. ¿Cuántos adultos viven en la casa?
2. ¿Cuántos niños viven en la casa?
3. Niños en edad escolar:
4. ¿Cuántas personas habitan en la casa?
5. Habitantes sexo masculino:
6. Habitantes sexo femenino:
7. ¿Cuál es su nivel académico?

- a) Analfabeta
- b) Primaria
- c) Secundaria

- d) Universitario
- e) Profesional

8. ¿Trabaja el encuestado?

- a) Si
- b) No

Segunda Parte: TECNICO

9. ¿Donde se vierten las aguas negras en su comunidad?

- a) Río
- b) La Calle
- c) Cauces

- d) Otros (especifique)
- e) No se

10. ¿Donde se vierten las aguas grises en su comunidad?
- a) Río
 - b) La Calle
 - c) Cauces
 - d) Otros (especifique)
 - e) No se
11. ¿Cree usted que es necesaria la instalación del sistema de alcantarillado sanitario?
- a) Si
 - b) No
12. ¿Cree usted que es necesaria la instalación de una planta de tratamiento de Aguas Negras?
- a) Si
 - b) No
13. ¿Conoce usted en qué consisten el Tratamiento de las Aguas Residuales?
- a) Si
 - b) No
14. ¿Qué consecuencias negativas tiene la falta de sistemas de alcantarillados sanitarios y planta de tratamiento?
- a) Proliferación de enfermedades
 - b) Contaminación del medio ambiente
 - c) Mala presentación del barrio o la comunidad
 - d) Afecta la Salud de los animales y humanos
 - e) No tiene ninguna consecuencia negativa
 - f) Desde a-d son correctas
 - g) No se
15. Existe presencia de vectores en su casa? (roedores, cucarachas, moscas)
- a) Mucha
 - b) Poca
 - c) Media
 - d) No hay
16. ¿Qué beneficio cree que le traerá a su comunidad la instalación de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de agua?
- a) Ordenamiento de la ciudad
 - b) Calles más limpias
 - c) Menos contaminación al medio ambiente
 - d) Mejores condiciones de salud
 - e) Ningún beneficio

Tercera Parte: AMBIENTAL

17. ¿Cree usted necesaria la protección de las fuentes de agua? ¿Por qué?
- a) Si
 - b) No
 - c) No se

Cuarta Parte: ECONOMICO SOCIAL

18. Conexión de agua potable:
19. # De personas por conexión:
20. ¿Tiene medidor?

a) En buen estado

b) Mal estado

21. Estaría dispuesto a dar unos cuantos córdobas más en su factura de agua a cambio de contar con el servicio de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de agua.

a) Si

c) No se

b) No

22. Se ve afectada de alguna manera su comunidad por no contar con los servicios de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de agua

a) Si

c) En ocasiones

b) No

23. ¿Qué sistema utiliza para la deposición de excretas?

a) Inodoro

c) Intemperie

b) Letrina

d) Río

24. ¿Que uso le da al río de San Pablo?

a) Lavar

d) Riego

b) Recreación

e) Otros

c) Consumo

25. ¿Donde deposita la basura?

a) En predios baldíos

d) Cuenta con sistema de recolección de basura

b) Río

e) Otros

c) Patio

26. ¿Cuentan con energía eléctrica?

a) Si

b) No

27. Cuentan con servicios telefónicos.

a) Si

b) No

28. ¿Cuántos son económicamente activos?

29. ¿Tiene título de propiedad (legalidad de lote)?

a) Si

b) No

30. ¿Cuentan con servicio de recolección de basura?

a) Si

b) No

31. ¿De qué es el techo?

a) Zinc

c) Otros

b) Nicalit

32. ¿De qué es la casa?

- a) Madera
 - b) Concreto
 - c) Mixta (Madera y Concreto)
 - d) 33. ¿Cómo es el piso?
- a).Tierra b) Ladrillo c) Embaldosado

33. ¿Su Casa es?

- a) Propia
- b) Mora

Anexo 2.FOTOGRAFIAS

Foto # 1



Foto # 2

Foto #3



Foto #4



Foto #5



Foto #6



Foto #7



Foto # 8



Anexo 3. TABLAS DE RELACIONES DE CAUDALES

d/D	Q/RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q
1.000	6.283	1.000	1.000	1.000	1.0000
0.998	6.104	1.029	1.000	1.019	1.0192
0.996	6.030	1.042	1.000	1.028	1.0271
0.994	5.973	1.051	0.999	1.034	1.0330
0.992	5.925	1.059	0.999	1.039	1.0378
0.990	5.883	1.066	0.998	1.044	1.0420
0.988	5.844	1.073	0.998	1.048	1.0456
0.986	5.809	1.079	0.997	1.052	1.0488
0.984	5.776	1.084	0.997	1.055	1.0517
0.982	5.745	1.089	0.996	1.059	1.0543
0.980	5.716	1.094	0.995	1.062	1.0567
0.978	5.688	1.099	0.994	1.065	1.0589
0.976	5.661	1.103	0.994	1.068	1.0608
0.974	5.635	1.107	0.993	1.070	1.0626
0.972	5.611	1.111	0.992	1.073	1.0643
0.970	5.587	1.115	0.991	1.075	1.0657
0.968	5.564	1.118	0.990	1.077	1.0671
0.966	5.541	1.122	0.989	1.080	1.0683
0.964	5.520	1.125	0.989	1.082	1.0695
0.962	5.498	1.129	0.988	1.084	1.0705
0.960	5.478	1.132	0.987	1.086	1.0714
0.958	5.458	1.135	0.986	1.088	1.0722
0.956	5.438	1.138	0.985	1.090	1.0729
0.954	5.419	1.140	0.983	1.092	1.0735
0.952	5.400	1.143	0.982	1.093	1.0741
0.950	5.381	1.146	0.981	1.095	1.0745
0.948	5.363	1.148	0.980	1.097	1.0749
0.946	5.345	1.151	0.979	1.098	1.0752
0.944	5.328	1.153	0.978	1.100	1.0754
0.942	5.310	1.156	0.977	1.101	1.0756
0.940	5.293	1.158	0.976	1.103	1.0757
0.938	5.277	1.160	0.974	1.104	1.0757
0.936	5.260	1.162	0.973	1.105	1.0757
0.934	5.244	1.164	0.972	1.107	1.0758
0.932	5.228	1.166	0.971	1.108	1.0754

d/D	Q/RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.930	5.212	1.168	0.969	1.109	1.0752
0.928	5.197	1.170	0.968	1.111	1.0749
0.926	5.181	1.172	0.967	1.112	1.0746
0.924	5.166	1.174	0.965	1.113	1.0742
0.922	5.151	1.176	0.964	1.114	1.0738
0.920	5.136	1.177	0.963	1.115	1.0733
0.918	5.121	1.179	0.961	1.116	1.0727
0.916	5.107	1.181	0.960	1.117	1.0722
0.914	5.093	1.182	0.958	1.118	1.0715
0.912	5.078	1.184	0.957	1.119	1.0708
0.910	5.064	1.185	0.955	1.120	1.0701
0.908	5.051	1.187	0.954	1.121	1.0693
0.906	5.037	1.188	0.952	1.122	1.0685
0.904	5.023	1.190	0.951	1.123	1.0676
0.902	5.010	1.191	0.949	1.124	1.0667
0.900	4.996	1.192	0.948	1.124	1.0658
0.898	4.983	1.193	0.946	1.125	1.0648
0.896	4.970	1.195	0.945	1.126	1.0638
0.894	4.957	1.196	0.943	1.127	1.0627
0.892	4.944	1.197	0.942	1.127	1.0616
0.890	4.931	1.198	0.940	1.128	1.0605
0.888	4.918	1.199	0.939	1.129	1.0593
0.886	4.906	1.200	0.937	1.129	1.0581
0.884	4.893	1.201	0.935	1.130	1.0568
0.882	4.881	1.202	0.934	1.130	1.0555
0.880	4.868	1.203	0.932	1.131	1.0542
0.878	4.856	1.204	0.930	1.132	1.0528
0.876	4.844	1.205	0.929	1.132	1.0514
0.874	4.832	1.205	0.927	1.133	1.0500
0.872	4.820	1.206	0.925	1.133	1.0486
0.870	4.808	1.207	0.924	1.134	1.0471
0.868	4.796	1.208	0.922	1.134	1.0455
0.866	4.784	1.208	0.920	1.135	1.0440
0.864	4.772	1.209	0.918	1.135	1.0424
0.862	4.761	1.210	0.917	1.135	1.0408

d/D	Q(RAD)	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.692	3.930	1.180	0.738	1.117	0.8247
0.690	3.921	1.179	0.736	1.116	0.8215
0.688	3.913	1.178	0.734	1.115	0.8183
0.686	3.904	1.177	0.731	1.115	0.8151
0.684	3.895	1.176	0.729	1.114	0.8119
0.682	3.887	1.174	0.727	1.113	0.8087
0.680	3.878	1.173	0.724	1.112	0.8055
0.678	3.870	1.172	0.722	1.112	0.8023
0.676	3.861	1.171	0.719	1.111	0.7991
0.674	3.852	1.169	0.717	1.110	0.7958
0.672	3.844	1.168	0.715	1.109	0.7926
0.670	3.835	1.167	0.712	1.108	0.7893
0.668	3.827	1.165	0.710	1.107	0.7861
0.666	3.818	1.164	0.707	1.107	0.7828
0.664	3.810	1.163	0.705	1.106	0.7795
0.662	3.802	1.161	0.703	1.105	0.7762
0.660	3.793	1.160	0.700	1.104	0.7729
0.658	3.785	1.158	0.698	1.103	0.7697
0.656	3.776	1.157	0.695	1.102	0.7664
0.654	3.768	1.156	0.693	1.101	0.7630
0.652	3.759	1.154	0.691	1.100	0.7597
0.650	3.751	1.153	0.688	1.099	0.7564
0.648	3.743	1.151	0.686	1.098	0.7531
0.646	3.734	1.150	0.683	1.097	0.7498
0.644	3.726	1.148	0.681	1.096	0.7464
0.642	3.718	1.146	0.678	1.095	0.7431
0.640	3.709	1.145	0.676	1.094	0.7397
0.638	3.701	1.143	0.673	1.093	0.7364
0.636	3.693	1.142	0.671	1.092	0.7330
0.634	3.684	1.140	0.669	1.091	0.7296
0.632	3.676	1.139	0.666	1.090	0.7263
0.630	3.668	1.137	0.664	1.089	0.7229
0.628	3.659	1.135	0.661	1.088	0.7195
0.626	3.651	1.134	0.659	1.087	0.7161
0.624	3.643	1.132	0.656	1.086	0.7128
0.622	3.635	1.130	0.654	1.085	0.7094
0.620	3.626	1.128	0.651	1.084	0.7060
0.618	3.618	1.127	0.649	1.083	0.7026
0.616	3.610	1.125	0.646	1.082	0.6992
0.614	3.602	1.123	0.644	1.081	0.6958
0.612	3.593	1.122	0.641	1.079	0.6924

d/D	Q(RAD)	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.608	3.577	1.118	0.636	1.077	0.6855
0.606	3.569	1.116	0.634	1.076	0.6821
0.604	3.561	1.114	0.631	1.075	0.6787
0.602	3.552	1.112	0.629	1.074	0.6753
0.600	3.544	1.111	0.626	1.072	0.6718
0.598	3.536	1.109	0.624	1.071	0.6684
0.596	3.528	1.107	0.621	1.070	0.6650
0.594	3.520	1.105	0.619	1.069	0.6615
0.592	3.512	1.103	0.616	1.068	0.6581
0.590	3.504	1.101	0.614	1.066	0.6547
0.588	3.495	1.099	0.611	1.065	0.6512
0.586	3.487	1.097	0.609	1.064	0.6478
0.584	3.479	1.095	0.606	1.063	0.6444
0.582	3.471	1.093	0.604	1.061	0.6409
0.580	3.463	1.091	0.601	1.060	0.6375
0.578	3.455	1.089	0.599	1.059	0.6340
0.576	3.447	1.087	0.596	1.057	0.6306
0.574	3.439	1.085	0.594	1.056	0.6271
0.572	3.431	1.083	0.591	1.055	0.6237
0.570	3.423	1.081	0.589	1.053	0.6202
0.568	3.414	1.079	0.586	1.052	0.6168
0.566	3.406	1.077	0.584	1.051	0.6133
0.564	3.398	1.075	0.581	1.049	0.6099
0.562	3.390	1.073	0.579	1.048	0.6064
0.560	3.382	1.070	0.576	1.046	0.6030
0.558	3.374	1.068	0.574	1.045	0.5995
0.556	3.366	1.066	0.571	1.044	0.5961
0.554	3.358	1.064	0.569	1.042	0.5926
0.552	3.350	1.062	0.566	1.041	0.5892
0.550	3.342	1.060	0.564	1.039	0.5857
0.548	3.334	1.057	0.561	1.038	0.5823
0.546	3.326	1.055	0.558	1.036	0.5788
0.544	3.318	1.053	0.556	1.035	0.5754
0.542	3.310	1.051	0.553	1.033	0.5719
0.540	3.302	1.048	0.551	1.032	0.5685
0.538	3.294	1.046	0.548	1.030	0.5650
0.536	3.286	1.044	0.546	1.029	0.5616
0.534	3.278	1.041	0.543	1.027	0.5581
0.532	3.270	1.039	0.541	1.026	0.5547
0.530	3.262	1.037	0.538	1.024	0.5513
0.528	3.254	1.034	0.536	1.023	0.5478

d/D	0(RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q	d/D	0(RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.524	3.238	1.030	0.531	1.020	0.5410	0.442	2.909	0.921	0.426	0.948	0.4035
0.522	3.230	1.027	0.528	1.018	0.5375	0.440	2.901	0.918	0.424	0.944	0.4009
0.520	3.222	1.025	0.525	1.016	0.5341	0.438	2.893	0.915	0.421	0.942	0.3970
0.518	3.214	1.022	0.523	1.015	0.5307	0.436	2.885	0.912	0.419	0.940	0.3938
0.516	3.206	1.020	0.520	1.013	0.5273	0.434	2.877	0.909	0.416	0.938	0.3906
0.514	3.198	1.018	0.518	1.012	0.5238	0.432	2.869	0.906	0.414	0.936	0.3874
0.512	3.190	1.015	0.515	1.010	0.5204	0.430	2.861	0.903	0.411	0.934	0.3842
0.510	3.182	1.013	0.513	1.008	0.5170	0.428	2.853	0.900	0.409	0.932	0.3810
0.508	3.174	1.010	0.510	1.007	0.5136	0.426	2.845	0.897	0.406	0.930	0.3778
0.506	3.166	1.008	0.508	1.005	0.5102	0.424	2.836	0.894	0.404	0.928	0.3746
0.504	3.158	1.005	0.505	1.003	0.5068	0.422	2.828	0.891	0.401	0.926	0.3714
0.502	3.150	1.003	0.503	1.002	0.5034	0.420	2.820	0.888	0.399	0.924	0.3682
0.500	3.142	1.000	0.500	1.000	0.5000	0.418	2.812	0.885	0.396	0.922	0.3651
0.498	3.134	0.997	0.497	0.995	0.4966	0.416	2.804	0.882	0.394	0.920	0.3619
0.496	3.126	0.995	0.495	0.997	0.4932	0.414	2.796	0.879	0.391	0.917	0.3588
0.494	3.118	0.992	0.492	0.995	0.4898	0.412	2.788	0.876	0.389	0.915	0.3556
0.492	3.110	0.990	0.490	0.993	0.4864	0.410	2.780	0.873	0.386	0.913	0.3525
0.490	3.102	0.987	0.487	0.991	0.4831	0.408	2.771	0.869	0.384	0.911	0.3494
0.488	3.094	0.984	0.485	0.990	0.4797	0.406	2.763	0.866	0.381	0.909	0.3463
0.486	3.086	0.982	0.482	0.988	0.4763	0.404	2.755	0.863	0.379	0.907	0.3432
0.484	3.078	0.979	0.480	0.986	0.4730	0.402	2.747	0.860	0.376	0.904	0.3401
0.482	3.070	0.977	0.477	0.984	0.4696	0.400	2.739	0.857	0.374	0.902	0.3370
0.480	3.062	0.974	0.475	0.983	0.4662	0.398	2.731	0.854	0.371	0.900	0.3339
0.478	3.054	0.971	0.472	0.981	0.4629	0.396	2.723	0.851	0.369	0.898	0.3308
0.476	3.046	0.969	0.469	0.979	0.4595	0.394	2.714	0.847	0.366	0.895	0.3278
0.474	3.038	0.966	0.467	0.977	0.4562	0.392	2.706	0.844	0.364	0.893	0.3247
0.472	3.030	0.963	0.464	0.975	0.4529	0.390	2.698	0.841	0.361	0.891	0.3217
0.470	3.022	0.960	0.462	0.973	0.4495	0.388	2.690	0.838	0.359	0.889	0.3187
0.468	3.014	0.958	0.459	0.972	0.4462	0.386	2.682	0.834	0.356	0.886	0.3156
0.466	3.005	0.955	0.457	0.970	0.4429	0.384	2.673	0.831	0.354	0.884	0.3126
0.464	2.997	0.952	0.454	0.968	0.4396	0.382	2.665	0.828	0.351	0.882	0.3096
0.462	2.989	0.949	0.452	0.966	0.4363	0.380	2.657	0.825	0.349	0.879	0.3066
0.460	2.981	0.947	0.449	0.964	0.4330	0.378	2.649	0.821	0.346	0.877	0.3036
0.458	2.973	0.944	0.447	0.962	0.4297	0.376	2.640	0.818	0.344	0.875	0.3007
0.456	2.965	0.941	0.444	0.960	0.4264	0.374	2.632	0.815	0.341	0.872	0.2977
0.454	2.957	0.938	0.442	0.958	0.4231	0.372	2.624	0.811	0.339	0.870	0.2947
0.452	2.949	0.935	0.439	0.956	0.4198	0.370	2.616	0.808	0.336	0.868	0.2918
0.450	2.941	0.932	0.436	0.954	0.4165	0.368	2.607	0.805	0.334	0.865	0.2889
0.448	2.933	0.929	0.434	0.952	0.4132	0.366	2.599	0.801	0.331	0.863	0.2859

d/D	0(RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q	d/D	0(RAD	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.360	2.574	0.791	0.324	0.855	0.2772	0.278	2.221	0.642	0.227	0.744	0.1688
0.358	2.566	0.788	0.322	0.853	0.2744	0.276	2.213	0.638	0.225	0.741	0.1665
0.356	2.557	0.784	0.319	0.850	0.2715	0.274	2.204	0.634	0.222	0.738	0.1641
0.354	2.549	0.781	0.317	0.848	0.2686	0.272	2.195	0.630	0.220	0.735	0.1618
0.352	2.541	0.777	0.314	0.845	0.2658	0.270	2.186	0.626	0.218	0.732	0.1595
0.350	2.532	0.774	0.312	0.843	0.2629	0.268	2.177	0.622	0.216	0.729	0.1571
0.348	2.524	0.770	0.309	0.840	0.2601	0.266	2.168	0.618	0.213	0.726	0.1548
0.346	2.515	0.767	0.307	0.838	0.2573	0.264	2.158	0.614	0.211	0.723	0.1526
0.344	2.507	0.764	0.305	0.835	0.2545	0.262	2.149	0.610	0.209	0.720	0.1503
0.342	2.499	0.760	0.302	0.833	0.2517	0.260	2.140	0.607	0.207	0.717	0.1480
0.340	2.490	0.757	0.300	0.830	0.2489	0.258	2.131	0.603	0.204	0.713	0.1458
0.338	2.482	0.753	0.297	0.828	0.2461	0.256	2.122	0.599	0.202	0.710	0.1436
0.336	2.473	0.749	0.295	0.825	0.2434	0.254	2.113	0.595	0.200	0.707	0.1414
0.334	2.465	0.746	0.293	0.822	0.2406	0.252	2.104	0.591	0.198	0.704	0.1392
0.332	2.456	0.742	0.290	0.820	0.2379	0.250	2.094	0.587	0.196	0.701	0.1370
0.330	2.448	0.739	0.288	0.817	0.2352	0.248	2.085	0.582	0.193	0.697	0.1348
0.328	2.439	0.735	0.285	0.815	0.2325	0.246	2.076	0.578	0.191	0.694	0.1327
0.326	2.431	0.732	0.283	0.812	0.2298	0.244	2.067	0.574	0.189	0.691	0.1305
0.324	2.422	0.728	0.281	0.809	0.2271	0.242	2.057	0.570	0.187	0.688	0.1284
0.322	2.414	0.724	0.278	0.807	0.2244	0.240	2.048	0.566	0.185	0.684	0.1263
0.320	2.405	0.721	0.276	0.804	0.2218	0.238	2.039	0.562	0.182	0.681	0.1242
0.318	2.396	0.717	0.273	0.801	0.2191	0.236	2.029	0.558	0.180	0.678	0.1221
0.316	2.388	0.713	0.271	0.798	0.2165	0.234	2.020	0.554	0.178	0.674	0.1201
0.314	2.379	0.710	0.269	0.796	0.2138	0.232	2.010	0.550	0.176	0.671	0.1180
0.312	2.371	0.706	0.266	0.793	0.2112	0.230	2.001	0.546	0.174	0.668	0.1160
0.310	2.362	0.702	0.264	0.790	0.2086	0.228	1.991	0.542	0.172	0.664	0.1140
0.308	2.353	0.699	0.262	0.787	0.2060	0.226	1.982	0.537	0.169	0.661	0.1120
0.306	2.345	0.695	0.259	0.785	0.2035	0.224	1.972	0.533	0.167	0.658	0.1100
0.304	2.336	0.691	0.257	0.782	0.2009	0.222	1.962	0.529	0.165	0.654	0.1081
0.302	2.327	0.688	0.255	0.779	0.1984	0.220	1.953	0.525	0.163	0.651	0.1061
0.300	2.319	0.684	0.252	0.776	0.1958	0.218	1.943	0.521	0.161	0.647	0.1042
0.298	2.310	0.680	0.250	0.773	0.1933	0.216	1.933	0.516	0.159	0.644	0.1023
0.296	2.301	0.676	0.248	0.770	0.1908	0.214	1.924	0.512	0.157	0.640	0.1004
0.294	2.292	0.672	0.245	0.768	0.1883	0.212	1.914	0.508	0.155	0.637	0.0985
0.292	2.284	0.669	0.243	0.765	0.1858	0.210	1.904	0.504	0.153	0.633	0.0966
0.290	2.275	0.665	0.241	0.762	0.1834	0.208	1.894	0.499	0.151	0.630	0.0948
0.288	2.266	0.661	0.238	0.759	0.1809	0.206	1.884	0.495	0.149	0.626	0.0930
0.286	2.257	0.657	0.236	0.756	0.1785	0.204	1.875	0.491	0.146	0.622	0.0912
0.284	2.248	0.653	0.234	0.753	0.1760	0.202	1.865	0.487	0.144	0.619	0.0894
0.282	2.239	0.650	0.231	0.750	0.1738	0.200	1.855	0.482	0.142	0.615	0.0876

d/D	Q(RAD)	r/R	q/A	v/V	q/Q
0.196	1.835	0.474	0.138	0.608	0.0841
0.194	1.824	0.469	0.136	0.604	0.0823
0.192	1.814	0.465	0.134	0.600	0.0806
0.190	1.804	0.461	0.132	0.597	0.0789
0.188	1.794	0.456	0.130	0.593	0.0772
0.186	1.784	0.452	0.128	0.589	0.0756
0.184	1.773	0.448	0.126	0.585	0.0739
0.182	1.763	0.443	0.124	0.581	0.0723
0.180	1.753	0.439	0.122	0.577	0.0707
0.178	1.742	0.434	0.120	0.574	0.0691
0.176	1.732	0.430	0.119	0.570	0.0675
0.174	1.721	0.426	0.117	0.566	0.0660
0.172	1.711	0.421	0.115	0.562	0.0644
0.170	1.700	0.417	0.113	0.558	0.0629
0.168	1.689	0.412	0.111	0.554	0.0614
0.166	1.679	0.408	0.109	0.550	0.0599
0.164	1.668	0.403	0.107	0.546	0.0584
0.162	1.657	0.399	0.105	0.542	0.0570
0.160	1.646	0.394	0.103	0.538	0.0555
0.158	1.635	0.390	0.101	0.534	0.0541
0.156	1.624	0.385	0.100	0.529	0.0527
0.154	1.613	0.381	0.098	0.525	0.0513
0.152	1.602	0.376	0.096	0.521	0.0500
0.150	1.591	0.372	0.094	0.517	0.0486
0.148	1.580	0.367	0.092	0.513	0.0473
0.146	1.568	0.362	0.090	0.508	0.0460
0.144	1.557	0.358	0.089	0.504	0.0447
0.142	1.545	0.353	0.087	0.500	0.0434
0.140	1.534	0.349	0.085	0.495	0.0421
0.138	1.522	0.344	0.083	0.491	0.0409
0.136	1.511	0.339	0.082	0.486	0.0397
0.134	1.499	0.335	0.080	0.482	0.0385
0.132	1.487	0.330	0.078	0.478	0.0373
0.130	1.475	0.325	0.076	0.473	0.0361
0.128	1.464	0.321	0.075	0.468	0.0350
0.126	1.452	0.316	0.073	0.464	0.0339
0.124	1.439	0.311	0.071	0.459	0.0327
0.122	1.427	0.307	0.070	0.455	0.0317
0.120	1.415	0.302	0.068	0.450	0.0306
0.118	1.403	0.297	0.066	0.445	0.0295
0.116	1.390	0.292	0.065	0.441	0.0285
0.114	1.378	0.288	0.063	0.436	0.0275
0.112	1.365	0.283	0.061	0.431	0.0265
0.110	1.352	0.278	0.060	0.426	0.0255
0.108	1.339	0.273	0.058	0.421	0.0245
0.106	1.326	0.269	0.057	0.416	0.0236
0.104	1.313	0.264	0.055	0.411	0.0227
0.102	1.300	0.259	0.054	0.406	0.0218
0.100	1.287	0.254	0.052	0.401	0.0209
0.098	1.274	0.249	0.051	0.396	0.0200
0.096	1.260	0.244	0.049	0.391	0.0192
0.094	1.246	0.240	0.048	0.386	0.0183
0.092	1.233	0.235	0.046	0.380	0.0175
0.090	1.219	0.230	0.045	0.375	0.0167
0.088	1.205	0.225	0.043	0.370	0.0160
0.086	1.191	0.220	0.042	0.364	0.0152
0.084	1.176	0.215	0.040	0.359	0.0145
0.082	1.162	0.210	0.039	0.354	0.0137
0.080	1.147	0.205	0.037	0.348	0.0130
0.078	1.132	0.200	0.036	0.342	0.0124
0.076	1.117	0.195	0.035	0.337	0.0117
0.074	1.102	0.190	0.033	0.331	0.0111
0.072	1.087	0.185	0.032	0.325	0.0104
0.070	1.071	0.181	0.031	0.319	0.0098
0.068	1.055	0.176	0.029	0.314	0.0092
0.066	1.039	0.171	0.028	0.308	0.0087
0.064	1.023	0.166	0.027	0.301	0.0081
0.062	1.007	0.161	0.026	0.295	0.0076
0.060	0.990	0.155	0.024	0.289	0.0071
0.058	0.973	0.150	0.023	0.283	0.0066
0.056	0.956	0.145	0.022	0.277	0.0061
0.054	0.938	0.140	0.021	0.270	0.0057
0.052	0.920	0.135	0.020	0.264	0.0052
0.050	0.902	0.130	0.019	0.257	0.0048
0.048	0.884	0.125	0.018	0.250	0.0044
0.046	0.865	0.120	0.017	0.243	0.0040
0.044	0.845	0.115	0.015	0.236	0.0037
0.042	0.826	0.110	0.014	0.229	0.0033
0.040	0.805	0.105	0.013	0.222	0.0030
0.038	0.785	0.100	0.012	0.215	0.0027
0.036	0.764	0.094	0.011	0.207	0.0024
0.034	0.742	0.089	0.011	0.200	0.0021
0.032	0.719	0.084	0.010	0.192	0.0018
0.030	0.696	0.079	0.009	0.184	0.0016

d/D	θ (RAD)	r/R	a/A	v/V	q/Q
0.028	0.672	0.074	0.008	0.178	0.0014
0.026	0.648	0.068	0.007	0.167	0.0012
0.024	0.622	0.063	0.006	0.159	0.0010
0.022	0.595	0.058	0.006	0.150	0.0008
0.020	0.568	0.053	0.005	0.141	0.0007
0.018	0.538	0.048	0.004	0.131	0.0005
0.016	0.507	0.042	0.003	0.121	0.0004
0.014	0.474	0.037	0.003	0.111	0.0003
0.012	0.439	0.032	0.002	0.100	0.0002
0.010	0.401	0.027	0.002	0.089	0.0002

FORMULAS:

$$\theta = 2 * \text{ACOS}(2 * d/D)$$

$$r/R = 1 - \text{SEN}(\theta/2)$$

$$a/A = (D - \text{SEN}(\theta/2)) / (2 * \text{PI})$$

$$v/V = (r/R)^{(2/3)}$$

$$q/Q = (a/A) * (v/V)$$

\Rightarrow

Anexo4.Presupuesto

Item	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Directo	
				C. Unit.	C. Total
II	PRELIMINARES				
	Movilización y desmovilización	glb	1,00	13.000,00	13.000,00
	Construcciones temporales	m2	80,00	255,00	20.400,00
	Limpieza inicial	m2	11.783,91	1,20	14.140,69
	Trazo y nivelación	m	7.855,94	30,30	238.034,93
	Remoción de obstáculos existente (adoquines)	m2	1.230,45	11,20	13.781,04
III	COLECTORAS Y SUBCOLECTORAS	ML	7.855,94		
	Excavación para tubería	m3	16.710,55	60,00	1.002.633,30
	Instalación de tubería de PVC 6" SDR 41	ml	7.855,94	244,10	1.917.634,54
	Accesorios pvc (espera de conexión domiciliar)	c/u	420,00	2.749,68	1.154.865,60
	Relleno y compactación	m3	16.571,73	94,05	1.558.571,12
	Acarreo de material sobrante	m3	183,25	150,00	27.487,53
	Prueba de infiltración	c/u	80,00	333,75	26.700,00
IV	POZOS DE VISITA				
	Excavación en terreno natural	m3	983,51	60,00	59.010,42
	Relleno y compactación	m3	492,25	48,80	24.021,80
	Acarreo Material Sobrante	m3	491,26	150,00	73.688,55
	Construcción de pozos de visita				
	Pozos de visita (Profundidad = 1,35 a 2,00m)	c/u	86,00	20.608,14	1.772.300,04
	Pozos de visita (Profundidad = 2,00 a 3,00 m)	c/u	16,00	30.912,21	494.595,36
	Pozos de visita (Profundidad = 3,00 a 3,50 m)	c/u	6,00	36.064,25	216.385,47
	Pozos de visita (Profundidad = 3,50 a 4,00 m)	c/u	1,00	73.699,81	73.699,81
	Pozos de visita (Profundidad = 5,00 a 6,00 m)	c/u	3,00	76.388,95	229.166,84
	Pozos de visita (Profundidad = 6,00 a 7,00 m)	c/u	1,00	94.454,52	94.454,52
	Pozos de visita (Profundidad = 7,00 a 8,00 m)	c/u	2,00	103.814,88	207.629,77
	Pozos de visita (Profundidad = 8,00 a 9,00 m)	c/u	3,00	115.234,52	345.703,56
	Pozos de visita (Profundidad = 9,00 a 9,50 m)	c/u	2,00	121.572,42	243.144,84

Item	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Directo	
				C. Unit.	C. Total
V	EMISOR FINAL DE DESCARGA				
	Excavación para tubería	m3	1.752,28	60,00	105.136,97
	Instalación de tubería de PVC 6" SDR 41	ml	536,95	244,10	131.068,90
	Relleno y compactación	m3	1.742,79	94,05	163.909,80
	Acarreo de material sobrante	m3	12,53	150,00	1.878,75
	Prueba de infiltración	c/u	20,00	333,75	6.675,00
VI	POZOS DE VISITA				
	Excavación en terreno natural	m3	192,64	60,00	11.558,55
	Relleno y compactación	m3	81,80	48,80	3.991,99
	Acarreo Material Sobrante	m3	110,84	150,00	16.625,92
	Construcción de pozos de visita				
	Pozos de visita (Profundidad = 1,35 a 2,00m)	c/u	3,00	20.608,14	61.824,42
	Pozos de visita (Profundidad = 2,00 a 3,00m)	c/u	1,00	30.912,21	30.912,21
	Pozos de visita (Profundidad = 3,00 a 3,50m)	c/u	1,00	36.064,25	36.064,25
	Pozos de visita (Profundidad = 3,50 a 4,00m)	c/u	1,00	36.064,25	36.064,25
	Pozos de visita (Profundidad = 4,50 a 6,00m)	c/u	3,00	76.388,95	229.166,85
	Pozos de visita (Profundidad = 6,00 a 7,00 m)	c/u	1,00	94.454,52	94.454,52
	Pozos de visita (Profundidad = 8,00 a 9,00m)	c/u	1,00	6.383.485,85	6.383.485,85
VII	PLANTA DE TRATAMIENTO				
	PRELIMINARES				
	Limpieza inicial	m2	17.335,00	1,20	20.802,00
	Canal de entrada de 0,10m*0,30m*15,0m(incluye seccion de canal parshall)	C/U	1,00	0,00	0,00
	Excavación	m3	3,60	60,00	216,00
	Relleno y compactación	m3	0,12	53,80	6,46
	Acarreo Material Sobrante	m3	4,75	150,00	712,50
	Acero de refuerzo # 2	lbs	133,50	10,60	1.415,10
	Formaleta	m2	24,00	1.706,72	40.961,28
	Concreto de 3000 psi	m3	2,05	3.978,72	8.156,38
	Rejilla (según diseño)	C/U	2,00		
	Rejilla Gruesa acero # 3 @ 40 mm	lbs	8,60	12,60	108,36
	Rejilla Fina acero # 3 @ 30 mm	lbs	10,57	12,60	133,18

Item	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Directo	
				C. Unit.	C. Total
	Desarenador	C/U	1,00	0,00	0,00
	Excavación	m3	2,50	60,00	150,00
	Relleno y compactación	m3	0,53	53,80	28,51
	Acarreo Material Sobrante	m3	2,60	150,00	390,00
	Acero de refuerzo # 3	lbs	315,00	12,60	3.969,00
	Formaleta	m2	11,94	1.706,72	20.378,24
	Concreto de 3000 psi	m3	1,36	3.978,72	5.411,06
	Tanque imhoff	c/u	1,00	0,00	0,00
	Trazo y nivelación	m2	100,00	61,50	6.150,00
	Excavación	m3	354,00	60,00	21.240,00
	Relleno y compactación	m3	29,00	53,80	1.560,20
	Acarreo Material Sobrante	m3	429,00	150,00	64.350,00
	Acero de refuerzo # 4	lbs	11.456,00	12,60	144.345,60
	Formaleta	m2	375,00	1.706,72	640.020,00
	Concreto de 3000 psi	m3	103,75	3.978,72	412.792,20
	Lecho de secados	c/u	2,00	500,00	1.000,00
	Lagunas de estabilización primaria				
	Limpieza inicial	m2	6.060,32	1,70	10.302,54
	Trazo y nivelación (topografía)	m2	6.060,32	2,05	12.423,66
	Descapote (0,10m)	m2	6.060,32	22,25	134.842,12
	Excavación	m3	17.137,68	45,70	783.191,98
	Relleno y compactación t=0,40 (suelo cemento)	m3	4.499,00	541,95	2.438.233,05
	Acarreo Material Sobrante	m3	16.683,05	150,00	2.502.457,50
	Hacer anden perimetral	m2	1.302,60	3.206,60	4.176.917,16
	Lagunas de maduración o pulimento	C/U	1,00		
	Limpieza inicial	m2	4.466,19	1,70	7.592,52
	Trazo y nivelación (topografía)	m2	4.466,19	2,05	9.155,69
	Descapote (0,10m)	m2	4.466,19	22,25	99.372,73
	Excavación	m3	5.213,22	45,70	238.244,15
	Relleno y compactación t=0,40 (suelo cemento)	m3	163,22	541,95	88.457,08
	Acarreo Material Sobrante	m3	6.666,00	150,00	999.900,00
	Hacer anden perimetral	m2	806,64	3.206,60	2.586.571,82
	canales de descarga	m	6,00	5.962,00	35.772,00
VIII	OBRAS EXTERIORES				
	Cerco perimetral de malla ciclón con portón de acceso	m	536,00	853,78	457.626,08
IX	LIMPIEZA Y ENTREGA				
	Entrega final	glb	1,00	44.000,00	44.000,00

Sub total Costo directo	C\$ 33.153.224,08
Administración 10% del directo	C\$ 3.315.322,41
Imprevistos 10% del directo	C\$ 3.315.322,41
Utilidades:8% de CD+ADM.+IMP.	C\$ 3.182.709,51
Supervisión 7% de CD	C\$ 2.320.725,69
Total indirectos	C\$12.134.080,01
Total Directos + Indirectos	C\$ 45.287.304,09
Impuesto de la Municipalidad 1.0% CD+CI	C\$ 452.873,04
Total estimado	C\$ 45.740.177,13
Total estimado en dólares	C\$2.079.098,96

Anexo 6. Especificaciones técnicas

Especificaciones para la red de alcantarillado sanitario.

Alcance general de las obras y requisitos generales

Estas especificaciones abarcan los aspectos más importantes sobre los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales de construcción, la mano de obra, herramientas, equipo y procedimientos constructivos, para ser incorporados en el proyecto.

También se incluyen restricciones de carácter técnico y administrativo, que deberá acatar el contratista, con el fin de realizar un trabajo, ordenado, eficiente, completo y satisfactorio, evitando daños y perjuicios a terceras personas ya sean públicas o privadas.

El proyecto consiste en la instalación de 8392.89m de colectores y redes de recolección con 98 pozos de visita, esperas de conexiones de servicio domiciliarios, construcción de infraestructura de Pretratamiento y de tratamiento secundario..

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, lo siguiente:

El Contratista obligatoriamente deberá utilizar señales con leyendas aprobadas por el supervisor, para prevenir accidentes que puedan causar daños, tanto materiales como humanos. Por las noches, las señales tendrán que ser luminosas y de ser necesario, asignar un vigilante en el sitio. El Contratista será responsable de cualquier daño causado a terceros debido a descuido imputable al mismo, durante estén vigentes la ejecución de la obra.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras existentes sobre o bajo tierra, y respetará la propiedad dentro y en áreas adyacentes a los trabajos.

El Contratista, deberá tomar las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, ocasionada por polvo, ruido, obstrucciones, etc. Los conceptos de obra de las diferentes partes constructivas del proyecto incluyen todas las actividades necesarias para que estas sean completadas.

Suministro e instalación de tubería PVC SDR-41

Trazo y nivelación

El Contratista verificará y utilizará los datos de la topografía de diseño, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel o PI. Se colocarán niveletas espaciadas convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales.

Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos. El ancho de la zanja será igual al diámetro

nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 metros. Los costados de las zanjas deberán ser verticales. La profundidad de la tubería estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos, siguiendo con precisión las pendientes de los tubos a instalarse. En ningún caso las tuberías deberán estar ubicadas a menos de 0.70 metros a nivel de corona, de lo contrario se protegerán con material de relleno como se muestra en los planos constructivos.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

En general deberá quedar un espacio libre de 50 centímetros entre las paredes de los tubos a instalarse y cualquier otra tubería o estructura existente. En caso de presentarse en la excavación terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.), la zanja deberá profundizarse como lo indique El Supervisor, pero no más de 0.30 metros debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular (selecto) que será apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

Para el caso de excavaciones mayores de 2 metros de profundidad, se necesitará de un ademe (encofrado y arriostramiento), que impida derrumbes que constituyan un peligro para la vida de los trabajadores o la integridad de estructuras vecinas.

Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación. Se reservará una orilla despejada de 50 cm de ancho mínimo, entre el borde de la

zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería.

Instalación de tubería

La tubería a instalar será de Polivinilo de Cloruro (PVC), Cédula-41 (SDR-41) y se ajustará a la norma ASTM -D-3034-77C. Los tubos deberán tener un extremo espiga y otro campana, en el extremo campana, es donde irá el empaque de goma, para el acople de los mismos. Los accesorios plásticos para alcantarillados deberán cumplir con la norma ASTM D-3034-74. El empaque de hule a utilizar para el acople, deberá cumplir con la especificación ASTM-477-76.

Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos y con la campana pendiente arriba. Las secciones de los tubos serán instaladas y unidas de tal manera que la tubería tenga una pendiente uniforme.

Los extremos de los tubos que hayan sido instalados, serán protegidos con tapones para evitar que tierra u otras suciedades penetren en los tubos. El interior de los tubos deberá ser cuidadosamente mantenido libre de tierra, suciedad.

Para cualquier acople de tubos de PVC con cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

Siempre, el extremo del tubo que entre a cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá ser en espiga, nunca en campana. Si es necesario, se podrá cortar el tubo, hasta obtener la longitud de acopla requerida, nunca deberá quedar partes del tubo fuera de las paredes internas del dispositivo.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño, libre

de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. Una vez limpias estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

Pruebas de tubería

Prueba de laboratorio

Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos de la ASTM, Boletín ASTM-C-14-74 y D-3034-74, para tubos PVC.

Prueba de alineamiento

Se usará una linterna entre pozos de visita para comprobar el alineamiento de las tuberías y verificar que no queden obstrucciones, rebabas, grietas u otros defectos en los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz.

Prueba de ex filtración

Se deberán efectuar pruebas hidrostáticas a tramos de tuberías entre pozos de visita, cuando las uniones se hayan solidificado, procediendo de la siguiente manera:

Taponar la tubería en la salida de ésta en el pozo de visita inferior que se encuentra aguas abajo del tramo.

Rellenar con agua el tramo a probarse por un período de 4 horas, para humedecer la tubería.

Rellenar con agua el pozo de visita superior aguas arriba, a una altura que produzca una carga hidrostática mínima de 1.2 metros sobre la corona del tubo, en el punto equidistante de los pozos.

Medir después de 4 horas la cantidad de agua exfiltrada. Se aceptará pérdida de agua en los pozos de visita y no en los tramos de tubería.

Cuando se produzcan cargas hidrostáticas mayores de 1.20 metros, la pérdida de agua permitida se aumentará proporcionalmente al exceso de carga producida.

Si se encuentran filtraciones o goteras de regular cuantía, El Contratista deberá excavar y descubrir dichas secciones de tubería o pozos de visita y deberá reparar o reconstruir tales secciones por su cuenta. Las reparaciones se continuarán hasta que toda la tubería y accesorios llenen los requisitos de hermeticidad

Prueba de Pendiente

Se realizará un chequeo de pendiente sobre los tramos de tubería que hayan pasado la prueba de alineamiento. El chequeo se realizará a cada 5 o 10 metros, sobre el tubo y antes de retirar las niveletas. Se considerarán satisfactorios aquellos tramos que presenten una variación vertical menor del 10%.

Relleno y compactación

Relleno

En general, se utilizará el mismo material que fue extraído de la zanja, toda vez que se encuentre libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica o susceptible de descomposición. Recibe el nombre de relleno común” y se realizará desde la superficie hasta los 30 cm sobre la corona del tubo.

Alrededor de los tubos y hasta 30 cm sobre la corona, se deberá utilizar material seleccionado del relleno común, sin terrones ni piedras. En el caso que los sondeos geotécnicos indicasen que el material del sitio, no reúna las características para ser considerado como material selecto, se utilizará material proveniente de un banco de préstamo.

Compactación

Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), será compactada adecuadamente.

La capa de relleno, (material especial escogido de la excavación) hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Las capas de relleno, después de los 30 cm. de la corona del tubo hasta la superficie, con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, serán compactadas con un equipo motorizado y vibratorio, de tal manera, que sometidas a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95 % del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso

volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

Relleno especial

Se denomina relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto.

También, este relleno especial, puede llegar a tomar el nombre de “adicional especial”, si se ha rellenado una parte de la zanja con mas de 1.50 metros de profundidad, es decir, a partir de los 1.51 metros, el relleno es adicional, y puesto que no se está utilizando el material del sitio, si no que material selecto, es también especial, o sea, adicional especial.

Construcción de dispositivos de inspección y limpieza

Pozos de visita

Excavación y relleno

La excavación será de amplias dimensiones para permitir su fácil construcción la excavación y el relleno se deberán realizar de acuerdo a lo especificado en la excavación de tuberías.

Materiales

El agua usada en la mezcla de concreto deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier materia orgánica. la arena deberá estar limpia de arcilla y de materiales orgánicos.

El cemento Portland será Tipo I (normal) y deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM, norma C-150.

Los ladrillos de barro deberán ser trapezoidales, sólidos, bien cocidos, libre de quemaduras y rajaduras y perfectamente acabado.

Los peldaños para las escaleras deberán ser de varilla lisa de hierro dulce sólido, de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro, galvanizados por baño caliente después de fabricados y de las dimensiones y forma que indican los planos.

Retorta o base

La base de los pozos de visita consistirá en una plancha de concreto de 0.20 m de espesor y de ancho según lo indiquen los planos, encima de la cual serán contruidos los demás elementos del pozo de visita. Para pozos hasta 3.70 m. de profundidad, la retorta será de concreto simple, y para mayores de 3.70 m. será reforzada.

El concreto podrá ser fabricado a mano, debiendo en este caso, mezclar los materiales en seco, en canoas de madera de forma trapezoidal de 1.50x1.50x0.30m, hasta que presente un aspecto uniforme.

El tamaño máximo del agregado será de 2", la proporción de la mezcla del concreto será de 1:3:3 (arena, cemento, grava), siendo la arena tamizada en la malla #4 y la grava a utilizarse será de preferencia de $\frac{3}{4}$ de pulgada, agregando a continuación, el agua necesaria para obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

Media caña

Sobre la base, se deberán construir (de concreto simple y con la resistencia que se especifica en los planos), los canales de entrada y salida en forma de U, y la superficie deberá ser de fino acabado. Estos canales o media caña, deberán tener

una altura igual a $\frac{3}{4}$ del diámetro del tubo de mayor diámetro que se conecte al pozo de visita.

La media caña deberá tener las pendientes indicadas en los planos para facilitar el libre flujo de las aguas servidas.

Paredes del cilindro y del cono

Sobre la base de concreto que se acaba de describir, se construirá las paredes del cilindro y cono del pozo de visita, con un diámetro interno de 1.20 metros.

El cilindro se hará, colocando ladrillo trapezoidal de barro en trinchera. El ladrillo usado debe tener una resistencia de 49.17 psi, y ser de buena calidad, libre de facturas y quemaduras, estar limpio y humedecido antes de su colocación.

Las paredes del cilindro serán de hilera simple o doble según la profundidad del mismo, tal a como lo indican los planos.

Las uniones entre los ladrillos del cilindro y del cono, no deben ser menores de un (1) centímetro, siendo la proporción del cemento con arena de 1:4.

Sobre el cilindro se colocará un cono de ladrillo trapezoidal, de 1.20 de altura, tal a como lo indican los planos.

Peldaños de acero galvanizado

Se colocarán en el cilindro y el cono, peldaños de hierro dulce galvanizado en caliente de $\frac{3}{4}$ " de diámetro (varilla corrugada) para efectos de facilitar el acceso al interior del pozo de visita. Los peldaños deberán dejarse perfectamente alineados horizontalmente y con el espaciamiento vertical indicado en los planos.

Mortero para pegado y repello de ladrillos

El mortero utilizado para la pegada de los ladrillos deberá tener una proporción 1:4, una parte de cemento y cuatro de arena. Esta misma mezcla podrá utilizarse para el repello de las paredes interiores del cilindro y cono, con una capa de un (1) centímetro de espesor.

Para el fino de las paredes interiores del cilindro y del cono, se utilizará una mezcla de cemento, arena y cal hidratada, en proporción 1: 4½: ½; el mortero, cal y arena deberá hacerse y humedecerse un día antes de usarse.

Collarín y tapa

Terminado el cono, se construirá el collarín y la tapa de concreto reforzado, tal como aparece detallado en los planos respectivos.

Caídas en pozos de visita

Cuando las diferencias en elevación de los fondos de los tubos de entrada y salida de los pozos de visita sean iguales o mayores de 60 centímetros, el Contratista deberá construir las caídas por medio de tees y codos como se muestra en los planos.

La tee y el codo para las caídas deben ajustarse a las especificaciones ASTM C-14-70. El concreto deberá tener una resistencia de 2,500 psi a los 28 días. La proporción del concreto será de 1:3:3 (cemento, arena y grava), la arena deberá ser tamizada en la malla #4 y el tamaño de la grava será de ¾ de pulgada preferentemente.

Conexión de tubería a pozos de visita

El Contratista deberá hacer las conexiones de las tuberías a los pozos de visita, donde se muestre en los planos.

El tubo se unirá con un mortero de cemento solvente para tubos de PVC y arena, en proporción adecuada a como lo indique el fabricante de los tubos. El niple de tubo que saldrá de los pozos de visita, se unirá con mortero. Todos los tramos de tubería a instalarse deberán iniciar y finalizar con un niple de longitud no mayor de 1.00 metro. Las uniones a los pozos y sus medias cañas deberán ser hechas de acuerdo con los planos.

Especificaciones técnicas planta de Tratamiento

Alcances generales de las obras de tratamiento

Las obras de tratamiento consisten en lo siguiente:

a) Obras de Pretratamiento

- Canal de aproximación de concreto con ancho de 30 centímetro y altura variable
- Rejilla separadora de sólidos
- Desarenador de concreto de 3.54 m de longitud y 0.19 m de Ancho
- Canaleta de régimen crítico del tipo Parshall con ancho de garganta $W=6$ pulg.

b) Obras de Tratamiento Preliminar

- Un Tanque Imhoff de concreto con dimensiones de 6 metros de longitud, 5.90 metros de ancho efectivo y 8.21 metros de profundidad útil.
- Un lecho de secado de lodos construido con mampostería confinada con un área de 2.51 metros cuadrados

c) Obras de Tratamiento Secundario

- Construcción de un sistema de depuración de aguas residuales compuesto por un sistema de lagunaje:
 1. Laguna de Estabilización: 50 m de ancho y 90 m de largo.
 2. Laguna de Maduración: 30 m de ancho y 100 m de largo.

Fabricación de estructuras y paredes de concreto reforzado

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, de Mayo de 1993.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último Informe del Comité A.C.I. 301. Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas o especificaciones de la American Society of Testing materiales (A.S.T.M.) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en los códigos anteriormente citados.

Resistencia del concreto

Todo el concreto empleado tendrá un revestimiento mínimo de 2" y no mayor de 4" y/o conforme el diseño del concreto sometido por el Contratista y aprobado por el Supervisor. La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días de edad de acuerdo a las normas ASTM. C-39-66.

La mezcla de concreto fresco empleada en todas las estructuras deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar completamente los encofrados, sin dejar cavidades interiores o superficiales.

El concreto empleado en la construcción de lozas, cajas, vigas, columnas y otros elementos estructurales, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de 210 kg./cm² (3,000 psi).

Materiales del concreto

Cemento

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el supervisor. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10 (diez) sacos.

Agua

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo.

Agregados

Entiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados

en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de la ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable. El tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de 3/4 (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones ASTM. C-33-59. y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

Transporte y colocación del concreto

El equipo de transporte debe ser capaz de llevar el suministro del concreto al sitio de colocación sin segregación y sin interrupciones que permitan la pérdida de plasticidad entre colados sucesivos.

Antes del colado del concreto, todos los encofrados o moldes deberán limpiarse, eliminando de ellos toda basura o materia extraña; también los encofrados deben humedecerse antes del vaciado para evitar que absorban agua de la mezcla de concreto.

El colado debe efectuarse a tal velocidad, que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado este deberá efectuarse en forma continua hasta que termine el colado del tablero o sección.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo.

El colado del concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de tres (3) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

Encofrados

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el concreto sin movimientos locales superiores a la milésima de luz. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio ($1/3$) de los esfuerzos de diseño.

Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de mas de tres (3) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se compriman y deformen los tablonos, en el caso de usar madera.

Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto para evitar descascamientos de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

Desencofrados

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre alguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura, junto con el sistema restante de cimbra y de

puntales tenga suficiente resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella.

El concreto que se descimbre debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores. Durante la actividad de descimbrar se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzos que puedan perjudicar al concreto.

El tiempo mínimo para retirar las formaletas es de:

21 días para losas y vigas aéreas.

7 días para las paredes de concreto armado.

2 días en los costados de columnas, de paredes y de vigas.

En ningún momento se permitirá cargar la estructura con almacenamiento de materiales, equipos o cualquier otro tipo de sobrecarga extraordinaria durante el tiempo que dure el concreto en alcanzar su resistencia de diseño.

Curado del Concreto

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros siete (7) días. Se evitarán todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamiento en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo serán barras deformadas según las especificaciones ASTM.- A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM.-A-615 Grado 40 con límite de fluencia $F_y = 2,800 \text{ kg./cm}^2$.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un (1) centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce #16 y tacos de concreto o piedra, y entre si, con ataduras de alambre de hierro dulce #16, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que éste pueda envolverlas completamente.

Salvo indicación especial en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos 7.5 centímetros cuando es colado directamente en el suelo sobre pisos y cimientos y entre 4 y 5 centímetros de las paredes laterales del suelo vertical o de la intemperie y 2.5 centímetros en las columnas.

La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto.

Actividades constructivas

Limpieza y desbrozo

Consiste en la tala, desenraicé, destronque, remoción y desecho de toda vegetación, basura, desperdicios, obstáculos visibles u ocultos y de toda materia objetable existente dentro del área de la obra. Incluirá la remoción de una capa de

quince (15) centímetros en toda el área de la obra, el posterior traslado a una distancia no mayor de 500 m y tendido del material resultante al sitio indicado.

El desbrozo será llevado a efecto antes de la operación de movimiento de tierras propiamente dicho.

Movimiento de tierra para la planta de tratamiento

Excavación

La excavación incluirá los cortes requeridos para la nivelación del terreno, la cimentación de las unidades de la planta de tratamiento, aplomo de paredes y otras obras que así lo requieran. Comprende excavación, apilamiento del material para uso posterior en la operación de relleno y/o acarreo y tendido del desperdicio o sobrante, de cualquier material, independientemente de su naturaleza.

Relleno y compactación

Comprende todos los trabajos necesarios para la conformación de fondos y superficies de base para los tanques Imhoff y filtros, andenes y canales.

Tanto en la construcción de terraplenes en los casos necesarios, como en rellenos, o en la preparación de bases de las estructuras de la planta de tratamiento, se usarán materiales seleccionados y aprobados por El Supervisor. El material seleccionado podrá ser material de excavación que no contenga piedras, material orgánico, basura, lodo, o cualquier material inestable.

Las elevaciones, alineamientos, rasantes y secciones transversales de terraplenes, rellenos y bases para revestimiento, serán las que se muestran en los planos.

Ningún material de terraplén, relleno, base de revestimiento, deberá ser colocado antes de haber preparado la superficie sobre la cual será colocado. La superficie deberá estar totalmente drenada, nivelada y escarificada hasta la profundidad de quince centímetros (15 cm) y se procederá a la compactación, conforme lo indicado en el párrafo precedente.

Estructuras hidráulicas y de tratamiento preliminar

Este inciso comprende el suministro de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la construcción de todas aquellas estructuras como cajas de entrada y salida, compuertas, aliviaderos, todos los tipos de canales, paredes deflectoras, canales parshall, cabezales, rejas, etc.

Excavación estructural

El Contratista realizará todos los cortes necesarios que se indiquen en los planos o que El Supervisor indique, para llevar a cabo la ejecución de las obras de acuerdo a los alineamientos, elevaciones, niveles y secciones que muestren los planos, así como su ubicación.

En caso de excavar hasta los niveles indicados en los planos, se encontrasen materiales inestables, deberán excavar adicionalmente 0.20 metros, los cuales se repondrán con material selecto el que deberá compactarse a una densidad de 95% PROCTOR.

Relleno

En caso que se remueva material por debajo de los niveles de fondo de las estructuras, por encontrarse material inestable, los rellenos tanto debajo de la plantilla como el que será necesario para forjar los taludes, tendrá que hacerse en

capas de 0.10 metros como máximo, y compactarse al 95% PROCTOR. Los taludes de los canales deberán ser conformados a mano.

En caso de que el material proveniente de la excavación sea considerado apropiado por El Supervisor, este podrá ser utilizado para los rellenos.

En general, deberán seguirse todas las recomendaciones indicadas en estas especificaciones técnicas, en lo que se refiere a relleno y compactación.

Canal Medidor Parshall

La sección del canal va integrada con el canal de entrada, siendo también este de concreto.

El canal debe incluir una escala de medición empotrada dentro de la sección correspondiente del canal, la escala debe ser dividida en incrementos de un (1) centímetro.

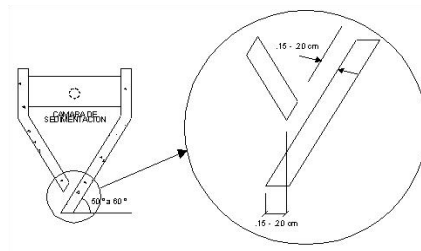
La superficie interior debe ser lisa y libre de irregularidades para : minimizar el acumulamiento de partículas, garantizar la circulación del flujo sin obstáculos y permitir una medición sin alteraciones.

Especificaciones técnicas para la construcción de tanque Imhoff y lecho de secado

Cámara de sedimentación

- Es conveniente que el material con que se construya las paredes y el fondo de la cámara de sedimentación, sean lo más lisos posibles, para evitar la retención del lodo en la cámara de sedimentación. El más común es el concreto reforzado¹.

- El fondo de la cámara será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá entre 50° a 60° .
- La abertura situada en el fondo del sedimentador, deberá tener de 15 a 20 cm. entre sus bordes. Uno de los lados deberá prolongarse para evitar el paso de los gases al sedimentador; esta prolongación deberá tener una proyección horizontal de 0,15 a 0,20 m.



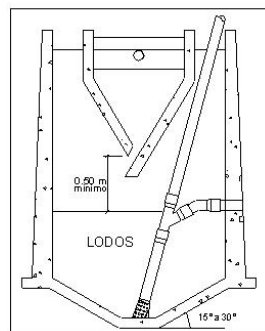
Grafica # 8

Puede usarse una viga triangular, como deflector, debajo de la abertura. Esta viga tiene la ventaja de que reduce la profundidad de tanques necesaria para proporcionar espacio suficiente para la acumulación de lodos.

Las relaciones geométricas y características del dispositivo serán de acuerdo a diseño y planos.

Cámara de digestión

El material de construcción será el concreto reforzado, pues con un buen método de construcción puede obtenerse con el una superficie lisa.



Grafica # 9

Para prevenir el desplazamiento del tanque por una elevación de las aguas subterráneas cuando éste se encuentra vacío, se deberá construir el tanque de concreto macizo con un techo pesado de concreto o estableciendo un drenaje inferior en la cimentación o instalando válvulas que se puedan abrir hacia el interior cuando el nivel de las aguas subterráneas sea más alto que el de las aguas servidas del tanque.

Se puede colocar un techo al tanque Imhoff, para facilitar el combate de la formación de malos olores, para proteger las aguas servidas contra heladas y para estimular la actividad bacteriana. Pero debe establecerse la ventilación y un fácil acceso al tanque para una inspección limpia y para las reparaciones.

Extracción de lodos

El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm.

Lecho de secado de lodos

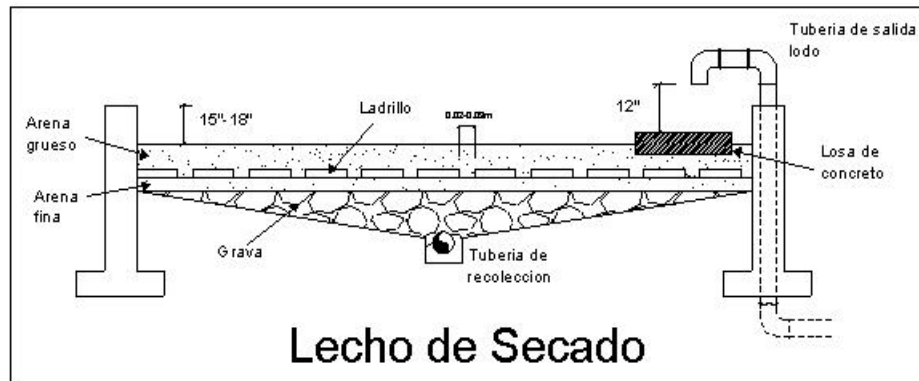
Construcción de concreto de 3000 Psi con profundidad total útil de 30 cm.

El ancho de los lechos de secado es generalmente de 3 a 6 m.

Hay 2 unidades de Secado de Lodos, de acuerdo a diseño y planos.

El medio de drenaje es generalmente de 0,30 de espesor y deberá tener los siguientes componentes: El medio de soporte recomendado está constituido por una capa de 15 cm. formada por ladrillos colocados sobre el medio filtrante, con una separación de 2 a 3 cm. llenos de arena.

La arena es el medio filtrante y deberá tener un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5. Luego de la arena se deberá colocar un estrato de grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.



Grafica # 10

Los drenes deberán ser tubos de 100 mm de diámetro, de hierro fundido, instalados debajo de la grava del medio de drenaje.

Para cada lecho se deberá proveer una tubería de descarga con su respectiva válvula de compuerta y losa en el fondo, para impedir la destrucción del lecho.

La boca de descarga estará 12" más altas que la superficie de la arena y de forma que puedan desaguar los tubos.

Construcción del tanque Imhoff

Reforzamiento y Concreto especificado anteriormente y utilizando las mismas especificaciones técnicas para la construcción de este.

La tubería será no corrosiva, de hierro fundido, de 200 mm de diámetro como mínimo.

Tubería de drenaje de los lodos al lecho de secado

La tubería será de hierro fundido, de 100 mm de diámetro como mínimo. En caso se tenga cambios de dirección se necesitará válvulas de limpieza.

Material para el lecho de secado

El medio de soporte recomendado está constituido por:

- Una capa de ladrillos.
- Arena de medio filtrante con un tamaño efectivo de 0,3 a 1,3 mm y un coeficiente de uniformidad entre 2 y 5.
- Grava graduada entre 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.

Excavación para el tanque Imhoff

Se deberá usar maquinaria pesada para tal efecto, además su facilidad o dificultad dependerá de la profundidad que haya sido proyectada para el tanque Imhoff. Se considerará el nivel de las aguas subterráneas, porque ocasionará problemas al momento de la excavación si esta se encontrarse cerca al nivel de terreno.

Desplegar de arena y grava en el fondo de la excavación, para la filtración que pudiera haber y asentar el suelo.

Construcción del fondo del tanque

Amar los encofrados de madera para el fondo del tanque, se colocarán en el fondo del hoyo acorde con las dimensiones (largo, ancho y grosor) del plano. El fondo tendrá forma de tronco de pirámide invertida con un ángulo que puede variar de 15° a 30°; además el fondo será de concreto armado.

La superficie de la losa del fondo deberá ser lisa para que permita el deslizamiento de los lodos hacia el fondo.

Construcción de las paredes del tanque

Amar los encofrados de madera para las paredes, éstas serán de concreto armado.

Una vez vertido el concreto se colocará barras para ayudar a la seguridad de las paredes y evitar cualquier accidente que pudiera ocurrir. Las superficies de las paredes tiene que ser lo más liso posible para que no haya retención de lodos en ellas.

Entrada al tanque Imhoff

Se colocará una pantalla con orificios que permita distribuir el caudal uniformemente a la entrada de cada sedimentador. Esta pantalla puede ser construida de concreto o prefabricada. Se deberá construir un canal repartidor de caudal antes de los sedimentadores en caso se tenga más de uno.

Salida del tanque Imhoff

La tubería de salida deberá estar a un nivel inferior que el de la tubería de ingreso, tendrá un diámetro mínimo de 200 mm. La unión entre la pared y la tubería de salida será con mortero.

Construcción del sedimentador

El sedimentador se construirá de la misma forma que el digestor.

Tubería para la evacuación de lodos

Mediante un accesorio una tubería de 200 mm de diámetro se conecta con la anterior, a través de esta se evacuarán los lodos, esta tubería llegará a un buzón de inspección donde estará colocada la válvula de limpieza, la válvula tendrá un dado de concreto para su anclaje, este buzón será de concreto y deberá tener como mínimo 0,60 x 0,60 m dimensiones mínimas para que pueda trabajar un operario. Esta tubería irá a los lechos de secado. Para la remoción hidráulica del lodo se requiere por lo menos una carga hidráulica de 1,80 m.

Especificaciones técnicas para lagunas de estabilización

Movimiento de tierras

Despeje el sitio de la laguna y del terraplén, todos los árboles, arbustos, grandes rocas y cualquier otro material que impida la construcción de la laguna.

Lo que respecta al movimiento de tierras se tendrá en consideración lo siguiente:

En terreno llano es suficiente realizar una excavación poco profunda para conseguir el material requerido para la construcción de los diques, para lo que es obligatorio¹⁰:

- El nivel de agua en la laguna deberá quedar situado debajo del nivel de la solera del último tramo de la alcantarilla de llegada si es por gravedad.

Del suelo removido deberá ser adecuado para la compactación y mantener una cohesión cuando es humedecido.

Impermeabilización del fondo y de taludes

Se realiza la impermeabilización de la laguna con un suelo cemento con una relación 1:6 para evitar que el agua residual se infiltre en el suelo.

Estructuras de entrada

Se utilizarán canales rectangulares.

Estructuras de salida

En la salida se instalará un dispositivo de medición de caudal (vertedero o medidor de régimen crítico), con la finalidad de poder evaluar el funcionamiento de la unidad.

La estructura de salida de una laguna determina el nivel del agua dentro de ella y podrá colocarse en cualquier punto del borde, ordinariamente al pie del dique y opuesto a la tubería de entrada.

Instalaciones adicionales

Se deberán considerar las siguientes instalaciones adicionales:

- Casa del operador y almacén de materiales y herramientas.
- Laboratorio de análisis de aguas residuales para el control de los procesos de tratamiento, para ciudades con más de 75000 habitantes y otras de menor tamaño que el organismo competente considere necesario.
- Una estación meteorológica básica que permita la medición de la temperatura ambiental, dirección y velocidad del viento, precipitación y evaporación.

El sistema de lagunas debe protegerse contra daños por efecto de la escorrentía, diseñándose cunetas de intercepción de aguas de lluvia en caso de que la topografía del terreno lo requiera.

La planta deberá contar con cerco perimétrico de protección y letreros adecuados.

Anexo 7 Impacto Ambiental (Tabla # 54)

CUADRO PARA LA EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
ORIENTACION	La forma del terreno donde se ubicará el proyecto no permite una adecuada orientación de acuerdo al recorrido solar, régimen de ventilación natural, accesos. O el sitio no satisface las condicionantes ambientales de orientación para el tipo de proyecto O el sitio no dispone de espacio necesario para un adecuado manejo ambiental (sistemas de tratamientos y desechos).			
	La forma del terreno donde se ubicará el proyecto tiene algunas limitaciones para lograr una adecuada orientación del proyecto, pero se pueden incorporar medidas de diseño o de mitigación que compensan el efecto negativo.			
	La forma del terreno donde se ubicará el proyecto permite una adecuada orientación del proyecto de acuerdo al recorrido solar, régimen de ventilación natural, accesos y cualquier otro requerimiento ambiental			
REGIMEN DE VIENTO	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades superiores a 10.8 m/seg, ocasionando dificultad al caminar. Se presentan ocasionalmente tornados. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes vientos que pueden causar severos daños de forma frecuente (en 30 años al menos tres veces o anualmente) O prevalecen calmas en un 70 % del año			
	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades entre 5.5 y 7.9 m/seg, ocasionando que se levante polvo y papeles. No se presentan tornados. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes vientos que pueden causar daños con moderada frecuencia (uno en 50 años) O prevalecen calmas entre un 40 y 70 % del año			
	En el territorio objeto de estudio prevalecen durante el año vientos con velocidades medias inferiores a 5.5 m/seg, Se pueden presentar calmas hasta en un 20 % del año. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes vientos que pueden causar daños con baja frecuencia (uno en 100 o más años)			
PRECIPITACION	En el territorio está sometido a un régimen severo de precipitaciones que llega a superar frecuentemente la media del territorio, presentando períodos poco diferenciados durante el año. El régimen de precipitaciones puede causar importantes afectaciones a otros factores ambientales. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes precipitaciones que pueden causar severos daños de forma frecuente (en 30 años al menos tres veces o anualmente) O para proyectos agrícolas y de reforestación, en el territorio se presenta un régimen climático severo, caracterizado por largos períodos de sequías, altas condiciones de aridez. Las condiciones climáticas pueden dificultar el desarrollo del proyecto			
	En el territorio se presenta un régimen riguroso de precipitaciones o sequías, pero no supera la media del territorio con períodos diferenciados y las afectaciones que se pudiera presentar no son significativas. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes precipitaciones que pueden causar daños con moderada frecuencia (uno en 50 años)			
	En el territorio se presenta un régimen seco o de precipitaciones normales y las afectaciones que se pudieran originar debido a las precipitaciones son ocasionales. O se presentan eventos climáticos acompañados de fuertes precipitaciones que pueden causar daños con baja frecuencia (uno en 100 o más años) O para proyectos agrícolas en el territorio se presenta un régimen seco o de precipitaciones normales. El clima predominante se puede evaluar dentro de la media de la zona geográfica donde se emplaza el proyecto.			
RUIDOS	Se registra en el sitio altos niveles de ruido (superiores a los 65 dBA). O se sitúa a distancias menores de 60 metros de vías con alta intensidad del tránsito (>4000 veh/24h) u otras fuentes productoras de ruidos (industrias, aeropuertos, iglesias y mercados). O el sitio se corresponde con un medio tranquilo y el proyecto que se pretende ubicar puede generar significativos impactos locales por la emisión de ruidos, tales como industrias, aeropuertos, iglesias mercados, centros nocturnos y otros.			
	Se registra en el sitio niveles de ruido aceptables (entre los 40 y 60 dBA) o pueden existir fuentes de ruidos aisladas que no perjudican el hábitat y la salud humana. O el sitio se corresponde con un medio tranquilo y el proyecto que se pretende ubicar puede generar ruidos que pueden ser mitigados mediante barreras u otros.			
	Se registra en el sitio niveles de ruido insignificantes (con niveles inferiores a los 40 dBA) . Se corresponde con un medio tranquilo. O el sitio se corresponde con un medio tranquilo y el proyecto que se pretende ubicar no genera impactos por ruidos.			
CALIDAD DEL AIRE	El sitio se ubica dentro de un territorio muy afectado por la contaminación del aire debido a la presencia de numerosas fuentes, alta persistencia en el año de malos olores y polvo en suspensión, baja capacidad de dispersión de la atmósfera o a distancias menores de 20 metros de vías con circulaciones de vehículos superiores a los 4000 vehículos en 24 horas. O el sitio se ubica en un territorio muy poco afectado por la contaminación del aire y el proyecto que se pretende ubicar puede generar significativos impactos sobre la calidad del aire debido a la emisión de contaminantes y/o malos olores, tales como plantas de tratamiento de desechos, campos de arroz inundados, industrias o talleres artesanales que en su proceso emiten gases, humos y partículas.			
	El sitio se ubica dentro de un territorio medianamente afectado por la contaminación del aire debido a la presencia de algunas fuentes, estacionalmente se pueden presentar malos olores y polvo en suspensión, pero se observa buena capacidad dispersante de la atmósfera o a distancias entre 20 y 60 metros de vías con circulaciones de			

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	vehículos 2000 y 4000 vehículos en 24 horas. O el sitio se ubica en un territorio muy poco afectado por la contaminación del aire y el proyecto que se pretende ubicar puede generar emisiones de contaminantes y/o malos olores al aire, que se pueden mitigar o corregir. El sitio se ubica dentro de un territorio poco o no afectado por la contaminación del aire, buena capacidad dispersante de la atmósfera, escasa circulación vehicular a distancias mayores de 60 metros de vías intensamente circuladas, pueden presentarse emanaciones de polvo u otras sustancias ocasionalmente. O el proyecto que se pretende ubicar no causa importante contaminación del aire o malos olores.			
SISMICIDAD	El sitio se ubica: <ul style="list-style-type: none"> Sobre una falla sísmica comprobada, dudosa o dentro de la longitud probable de ésta. y/o la presencia de suelos arenosos (potencialmente licuables), fracturados o poco consolidados en zonas de alta sismicidad y ocurren sismos de forma frecuente. O a distancias de edificaciones, bancos de transformadores, torres o tanques elevados menores 1/3 de su altura o diferencias altitudinales de terrenos arenosos o poco estables mayores de 2.00 metros en zonas de alta sismicidad y ocurren sismos de forma frecuente.. O geomorfología muy compleja como escarpes, bordes de cráteres y crestas de montañas en zonas de alta sismicidad y ocurren sismos de forma frecuente. O la zona es de alta peligrosidad sísmica y el proyecto es muy vulnerable. 			
	El sitio se ubica: <ul style="list-style-type: none"> A menos de 50 metros de una falla sísmica comprobada, dudosa o dentro de la longitud probable de ésta. y/o a distancias de edificaciones, bancos de transformadores, torres o tanques elevados mayores 1/3 de su altura o diferencias altitudinales de depósitos aluviales, coluviales o capas potentes de suelos mayores de 2.00 metros en zonas de mediana sismicidad y ocurren sismos de poca frecuente. y/o geomorfología poco compleja (regular), con suelos aluviales, coluviales o capas potentes en zonas de mediana sismicidad y ocurren sismos de poca frecuente O la zona es de mediana peligrosidad sísmica y el proyecto es poco vulnerable. 			
	El sitio se ubica en un territorio de baja o ninguna peligrosidad sísmica. No existen fallas y/o terrenos rocosos. No se ubican edificaciones en un radio de 30.00 y/o no existen diferencias altitudinales del terreno (taludes). O el nivel de riesgo sísmico es de medio a bajo y las infraestructuras son muy poco vulnerables.			
EROSION	En el territorio donde se ubica el sitio se observan síntomas de un acusado proceso de erosión con ausencia de la capa vegetal en la mayor parte del área (<60%). Se observan raíces expuestas. Cárcavas con profundidades mayores de 2.00 metros. Se observan numerosas líneas de drenaje. Estos procesos pueden estar relacionados con suelos arenosos o arenosos arcillosos, pendientes abruptas (mayores del 15%). El proceso de recuperación del suelo puede ser muy costoso. O en el sitio no existen síntomas de erosión, pero se tiene la certeza que por las prácticas de uso del suelo que contempla el tipo de proyecto, este puede desencadenar importantes procesos de erosión, muy difíciles y costosos de corregir.			
	En el territorio donde se ubica el sitio se observan síntomas de un moderado proceso de erosión con predominio de la cubierta vegetal en la mayor parte del área (entre el 30 y el 60%). Pueden presentarse pequeñas cárcavas entre 0.25 y 0.50 metros de profundidad. Escasas líneas de drenaje. El proceso de recuperación del suelo no es muy costoso. O se tiene la certeza que por las prácticas de uso del suelo que contempla el tipo de proyecto, este puede generar algún tipo de proceso de erosión o compactación del suelo, pero se pueden mitigar o corregir con adecuadas prácticas de uso.			
	En el territorio donde se ubica el sitio no hay evidencias visuales de erosión en el suelo. O no se considera que el proyecto pueda desencadenar procesos de erosión			
FORMACION GEOLOGICA	El sitio se ubica sobre una formación geológica rocosa en zona alta y no existen pozos en la zona que brinden indicios sobre la disponibilidad de agua.			
	El sitio no se ubica sobre una formación geológica rocosa pero existen pozos que brindan indicios de la presencia de agua en la zona			
	El sitio se ubica sobre una formación geológica formada por depósitos y en zonas bajas o de descarga de acuíferos. Hay buena disponibilidad de agua			
USOS DE SUELO	En el territorio donde se ubica el proyecto existen contradicciones entre el uso actual y el uso potencial del suelo. La contradicción se manifiesta en una baja vocación del suelo para el proyecto que se propone, mientras que el uso actual pretende estimular o consolidar la escasa vocación. O según las clases agrológicas el suelo no es apto para el cultivo, debido alguna de las siguientes causas: pedregosidad, inundabilidad, acusados procesos de erosión, o componentes físicos químicos que no lo hacen apto para el cultivo. El trabajo de restauración del suelo resultaría muy costoso. O el proyecto de infraestructura consolida o estimula procesos de degradación por el uso del suelo, como el avance de la frontera agrícola y la deforestación.			
	Aunque existen diversos usos actuales, el suelo del territorio tiene cierta vocación para el uso que propone el proyecto implementando un conjunto de medidas correctoras o de mitigación. O la calidad agrológica del suelo se puede considerar media, tiene ciertas limitaciones, pero es apto para el cultivo propuesto. O el proceso de restauración no es costoso			
	No se manifiestan contradicciones entre el uso actual del suelo y el uso potencial los que se suponen tengan una alta vocación para el uso que propone el proyecto. O el suelo tiene óptima calidad agrológica O existen contradicciones porque el territorio presenta una alta vocación para el uso que propone el proyecto, mientras que el uso actual ha generado daños que el proyecto pretende corregir. O el proyecto que se propone no estimula o consolida procesos de avance de la frontera agrícola o la deforestación.			

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
DESGLIZAMIENTOS	El sitio se ubica en zona de alto peligro por deslizamientos parciales o en masa debido a: <ul style="list-style-type: none"> La constitución de suelos poco compactos (rocas alteradas, meteorizadas, fracturadas, arcillosas o depósitos de materiales geológicos transportados o se observan grandes bloques de redondeados de rocas que afloran a la superficie. La geomorfología de la zona (al borde o pie de taludes o en la zona de depósito de deslizamientos recientes o en zonas con cortes de talud verticales) La presencia de pendientes iguales o mayores del 30% Presencia de erosión acusada y/o procesos de deforestación Usos del suelo no compatibles con la vocación O en el sitio no existe riesgo de deslizamiento para proyectos de defensa contra el deslizamiento de tierras en masa.			
	En el territorio donde se ubica el proyecto puede existir el riesgo de deslizamientos pero no se prevén afectaciones al sitio debido a: <ul style="list-style-type: none"> La posición del sitio respecto a la pendiente o altitud Rocas poco alteradas o fracturadas El sitio se encuentra alejado de cauces o quebradas, pero se encuentran relativamente cerca de bordes de taludes o depósitos de materiales por deslizamientos La pérdida de la cubierta vegetal no es significativa Las pendientes son menores del 30% O en el sitio existen ligeros riesgos de deslizamientos, pero no hay población a proteger, si se tratara de proyectos de defensa contra los deslizamientos.			
	En el territorio donde se ubica el proyecto no existe riesgo de deslizamiento. O la posibilidad de que ocurra es muy remota según los factores anteriormente enunciados. O el sitio se ubica en zona de alto peligro por deslizamientos parciales o en masa para proyectos de defensa contra los deslizamientos de tierra en masa.			
VULCANISMO	El sitio donde se emplazará el proyecto tiene alto peligro volcánico debido a: <ul style="list-style-type: none"> Distancias muy próximas (< de 5 km) El sitio se localiza a sotavento del volcán, por lo que la dirección del viento favorece la caída de cenizas. El volcán presenta una frecuencia de erupción en un periodo de 0 – 20 años. El sitio del proyecto está ubicado según mapa de riesgo, dentro del área de mayor riesgo. Por los movimientos sísmicos locales debido a la actividad magmática O no existe riesgo de actividad volcánica para proyectos cuyo objeto sea la protección o defensa contra los efectos del vulcanismo.			
	Existen volcanes activos en el territorio donde se emplaza el proyecto pero: <ul style="list-style-type: none"> Distancias considerables que pudieran ocasionar daños ligeros (entre 5 y 10 Km.) Podrían existir pequeñas afectaciones producto a los gases o cenizas. El volcán presenta una frecuencia de erupción en un periodo de 20 - 100 años. Debido a los factores anteriores se considera que los efectos de la actividad volcánica podrían dañar el proyecto de forma excepcional. Para proyectos de defensa contra el vulcanismo se consideran las obras medianamente efectivas			
	No existen volcanes activos donde se emplaza el proyecto o la distancia entre los volcanes con actividad y el proyecto es tal que no existe posibilidad de que el proyecto sufra las consecuencias de la actividad volcánica O existe alto riesgo de la actividad volcánica para proyectos cuyo objetivo es la defensa contra el vulcanismo			
RANGOS DE PENDIENTES	Los rangos de pendientes que se observan en el sitio son superiores al 15% o terreno totalmente plano para proyectos de infraestructuras. Para proyectos agrícolas de secano las pendientes son superiores al 30%			
	Los rangos de pendientes son costosos para la construcción, pero se puede construir, entre el 6 y el 12% Para proyectos agrícolas las pendientes son entre el 10 y el 30%			
	Los rangos de pendiente son óptimos entre el 1 y el 6 %. El rango de pendiente, es optimo según el proyecto que se analiza			
CALIDAD DEL SUELO	El suelo tiene muy baja capacidad para soportar las cargas de las fundaciones (Resistencia igual o menor a 1 kg/cm2) y/o presencia del manto freático al mismo nivel o inferior de la profundidad de fundación y/o presencia de arcillas con alto índice de plasticidad o expansivas).			
	El suelo donde se ubica el proyecto tiene mediana capacidad para soportar carga (entre 1.1 y 1.5 kg/cm2). Se pueden realizar fundaciones, aunque resultan medidamente costosas. O el proyecto se ubica sobre roca sólida y requiere voladuras para las fundaciones y/o presencia del manto freático por debajo del nivel de fundación, pero a menos de 5.00 metros. No hay presencia de arcillas plásticas o expansivas Si el proyecto no requiere estudio de suelo se observan buenas cualidades para la construcción			
	El proyecto se ubica en suelos con Resistencia igual o mayor a 1.5 kg/cm2 y/o la presencia del manto freático es mayor de 6.00 metros			
SUELOS AGRICOLAS	El sitio donde se ubica el proyecto se encuentra a menos de 20 metros de suelos cultivables con caña de azúcar u otros tipos de suelos agrícolas donde la técnica de cultivo conlleve al uso de la quema o aerosoles en forma de plaguicidas de forma frecuente, también clasifican arrozales inundados, pudiendo con estas acciones afectar el normal funcionamiento de las infraestructuras o dañar la salud de las personas que utilizarán el proyecto.			
	Aunque en el territorio donde se ubica el sitio se utilizan prácticas agrícolas basadas en la quema o la fumigación de aerosoles de plaguicidas, sin embargo las afectaciones al sitio se pueden considerar aisladas o pocas significativas.			
	Existen terrenos agrícolas próximos al sitio pero las técnicas de cultivo no son dañinas. O no existen terrenos agrícolas en un radio de 400 metros.			
HIDROLOGIA SUPERFICIAL	El proyecto se ubica en un sitio dentro del cauce de drenaje temporal o muy cercano a éste (<10 metros), agravado por los siguientes factores: <ul style="list-style-type: none"> Suelos pesados (arcillas o rocas de poca profundidad) Pendientes < 2% 			

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> En zonas de llanuras de inundación de ríos o zonas de confluencia de éstos. El nivel freático es muy superficial (somero) <p>O no existen fuentes de agua superficiales próximas al sitio, pero las pendientes son inferiores al 1% y hace latente el peligro de inundación por falta de drenaje</p> <p>O el sitio se ubica en laderas de cerros o elevaciones donde la escorrentía superficial es muy alta</p> <p>O no existen fuentes de aguas superficiales próximas al sitio (mayores de 2 Km.) para proyectos agrícolas de regadío, generación de energía hidroeléctrica, desarrollo ganadero, muelles o de defensa contra las inundaciones.</p> <p>Esta situación genera un alto peligro de inundación.</p> <p>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA:</p> <p>La fuente de captación se realiza dentro o muy próxima de vertidos contaminados</p>			
	<p>El sitio se ubica en zonas elevadas o alejadas como mínimo a 30 metros de la cota de inundación, o se encuentran ubicados en la segunda terraza de inundación.</p> <p>Si existen ríos, la elevación del sitio es más de dos veces la profundidad del lecho del río y/o se encuentran ubicados en la segunda terraza de inundación.</p> <p>El nivel freático es moderadamente profundo</p> <p>Suelos arenoso – arcillosos</p> <p>Las pendientes oscilan entre el 2 y el 4%</p> <p>O con rangos de pendientes entre el 1 y el 2% que ante grandes lluvias pudiera tener dificultad de drenaje y excepcionalmente alcanzar el sitio sin causar daños</p> <p>El peligro de inundación pudiera ser excepcional</p> <p>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA CONSIDERAR LO SIGUIENTE:</p> <p>La fuente de captación se realiza suficientemente alejada de vertidos contaminados y la calidad del agua es aceptable para consumo humano</p>			
	<p>El sitio donde se ubica el proyecto debido a su altitud y posición frente a las formas de agua, relieve, nivel freático que pudiera existir, no tiene ninguna posibilidad de inundarse.</p> <p>Existen formas de aguas superficiales pero a distancias entre 1 y 2 kilómetros para proyectos agrícolas de regadío, generación de energía hidroeléctrica, desarrollo ganadero, muelles o de defensa contra las inundaciones.</p> <p>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA:</p> <p>La fuente de captación cumple con una excelente calidad del agua es aceptable para consumo humano</p>			
HIDROGEOLOGIA	<p>En el sitio donde se ubica el proyecto se localizan zonas de importantes reservas de agua subterránea de buena calidad, agravado por las siguientes situaciones: (Verificar mediante pozos ubicados en la zona)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profundidad del manto freático menor de 15 metros Con suelos arenosos, conglomerados, depósitos volcánicos Con rangos de pendiente menores del 6% Presencia de importantes fuentes de contaminación de las aguas subterráneas en la zona <p>O existen estudios de vulnerabilidad del acuífero en la zona que permitan considerar que la ubicación de proyectos de infraestructuras afectarán de forma irreversible las fuentes de agua subterráneas que abastecen a comunidades o puedan deteriorar significativamente la calidad del agua.</p> <p>En el caso de proyectos agrícolas el uso de agroquímicos pueden contaminar los acuíferos.</p> <p><u>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA CONSIDERAR LO SIGUIENTE:</u></p> <p>No existen flujos de agua subterráneos en el sitio y/o según el resultado de muestreos de la calidad del agua en lugares próximos al sitio o según el mapa hidroquímico evidencian la ineptitud de las aguas para el consumo humano.</p> <p>O el sitio se ubica a distancias menores de 300 metros de un pozo perforado cuya profundidad es mayor de 60 metros.</p> <p>Si el proyecto es de pozo excavado a mano y la presencia del agua no ha sido detectada a 18 metros o ya existe un pozo excavado a mano a una distancia menor de 50 metros.</p> <p>Si el proyecto es de letrina o pozo de absorción la presencia del agua subterránea es menor de 3 metros O si la letrina se ubica de un pozo excavado a mano a una distancia menor de 10 metros.</p>			
	<p>En el sitio donde se ubica el proyecto no se localizan o se localizan zonas de importantes reservas de agua subterránea de buena calidad, pudiendo presentar las siguientes situaciones: (Verificar mediante pozos ubicados en la zona)</p> <ul style="list-style-type: none"> Profundidad del manto freático entre 15 y 30 metros Con suelos arcillosos y/o rocosos Con rangos de pendiente menores del 16 al 18% Presencia de alguna o ninguna fuentes de contaminación de las aguas subterráneas en la zona <p>O existen estudios de vulnerabilidad del acuífero en la zona que permitan considerar que la ubicación de proyectos de infraestructuras no afectarán de forma irreversible las fuentes de agua subterráneas que abastecen a comunidades o puedan deteriorar significativamente la calidad del agua.</p> <p>En el caso de proyectos agrícolas no se utilizan sustancias químicas</p> <p><u>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA CONSIDERAR LO SIGUIENTE:</u></p> <p>En el sitio o a distancias próximas se localizan fuentes de aguas subterráneas a profundidades entre 100 y 60 metros para pozos perforados</p> <p>O el sitio se ubica a distancias entre 300 m y 500m de un pozo perforado cuya profundidad es mayor de 60 metros</p> <p>Si el proyecto es de pozo excavado a mano y la presencia del agua no ha sido detectada a 14 metros o ya existe un pozo excavado a mano a una distancia de 60 m.</p> <p>Si el proyecto es de letrina o pozo de absorción y la profundidad del agua subterránea se encuentra entre 4 y 5 metros y/o según el resultado de muestreos de la calidad del agua en lugares próximos al sitio o según el mapa hidroquímico evidencian deficiencias en la calidad de las aguas que pueden solucionarse con tratamientos para el consumo humano.</p>			
	No existen flujos de agua subterráneos en el sitio o si existen se sitúan a profundidades mayores de 30 metros y con			

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	<p>terrenos muy poco permeables.</p> <p><u>SI SE TRATA DE PROYECTOS DE AGUA CONSIDERAR LO SIGUIENTE:</u></p> <p>Para pozo perforado las profundidades del agua subterránea son menores de 60 metros. No existen otros pozos perforados en un radio mayor de 500 metros</p> <p>Para pozos excavados a mano la profundidad del agua subterránea se encuentra entre 10 y 12 metros. No existen pozos excavados en un radio de 60 metros.</p> <p>Si el proyecto es de letrina o pozo de absorción la profundidad del agua es igual o mayor de 6 metros y/o según el resultado de muestreos de la calidad del agua en lugares próximos al sitio o según el mapa hidroquímico evidencian buena calidad de las aguas.</p>			
MAR Y LAGOS	<p>El sitio se ubica a distancias menores de 500 metros del Mar Pacífico y/o a distancias entre 600 metros y 1 km, pero la diferencia altimétrica entre el sitio y el mar es inferior a los 3.00 metros creando el riesgo inminente de ser afectado por movimientos del mar (maremotos)</p> <p>O el sitio se ubica dentro de la cota de los derechos naturales de lagos, embalses y presas, creando el riesgo inminente de ser afectado por grandes precipitaciones.</p> <p>O no existen fuentes de agua próximas al sitio mayores de 2 km para proyectos de muelles o infraestructuras portuarias</p> <p>O el proyecto de agua tiene riesgo debido a la intrusión salina</p> <p>O cualquier tipo de proyecto realiza sus vertidos de efluentes sin tratamiento previo a estos cuerpos receptores.</p>			
	<p>El sitio se ubica a distancias entre 1 y 2 km del Mar Pacífico pero la diferencia de altura entre este y el sitio es tal, que sólo podría ser afectado de forma excepcional por maremotos (altura mayor de 3.00)</p> <p>O el sitio se ubica próximo a lagos, embalses y presas pero la diferencia de altitud es superior al menos en 1.50 metros entre el sitio y la cota máxima de inundación.</p> <p>O las fuentes de agua para proyectos muelles o infraestructuras portuarias están a menos de 2 km del sitio</p> <p>O el proyecto de agua no tiene riesgo debido a la intrusión salina</p> <p>O cualquier tipo de proyecto realiza sus vertidos de efluentes con un tratamiento previo a estos cuerpos receptores.</p>			
	<p>El sitio se ubica a distancias mayores de 2 km del mar y/o a alturas mayores de 3.00 metros con respecto a la cota de rebalse de lagos y embalses en general</p> <p>O las fuentes de agua para proyectos muelles o infraestructuras portuarias están a menos de 500 metros del sitio</p> <p>O el proyecto de agua no tiene riesgo debido a la intrusión salina</p> <p>O cualquier tipo de proyecto realiza sus vertidos de efluentes con un tratamiento previo a estos cuerpos receptores.</p>			
	<p>El sitio se ubica dentro o muy próximo (200 metros) de zonas ambientalmente frágiles como pantanos, humedales, zona de reserva natural o espacios protegidos para especies en peligro de extinción, zonas de nidificación u otras y se tiene la certeza técnica de que el proyecto pudiera causar daños ambientales o las características del medio perjudiquen el desarrollo de la actividad del proyecto</p> <p>También se consideran las áreas de alto valor arqueológico y patrimonial.</p>			
AREAS PROTEGIDAS O DE ALTA SENSIBILIDAD AMBIENTAL	<p>El sitio se ubica a distancias próximas (entre 250 y 500 metros) de zonas ambientalmente frágiles pero no se tiene la certeza de que el proyecto pueda causar importantes daños al medio ambiente o viceversa.</p>			
	<p>El sitio se ubica fuera del área de amortiguamiento de zonas ambientalmente frágiles o a grandes distancias de zonas de interés patrimonial.</p>			
CALADO Y FONDO	<p>Para infraestructuras portuarias y de defensa contra inundaciones, el sitio no posee la profundidad adecuada al tipo de embarcación o no existe espacio de maniobra generando riesgo de accidentes o la constitución del fondo no es apropiada para la infraestructura.</p>			
	<p>El sitio es adecuado para la infraestructura portuaria, aunque requiere ciertas medidas de mitigación o corrección.</p>			
	<p>El sitio es adecuado para la infraestructura portuaria en cuanto a la profundidad, tipo de embarcación o constitución del fondo.</p>			
ESPECIES NATIVAS	<p>Las especies consideradas en el proyecto no coinciden con las condiciones agroclimáticas o ecosistemas del territorio y/o no obedecen a los tipos de plantas que por tradición cultural han servido para la alimentación de la población o para fines forestales y/o ornamentales.</p>			
	<p>Aunque el proyecto considera alguna especie no nativa del sitio se tiene la certeza de que se producirá una adecuada adaptabilidad al sitio. O será asimilada por la población local.</p>			
	<p>El proyecto contempla especies que se adaptan a las condiciones agroclimáticas del sitio y se basa en las tradiciones culturales locales de alimentación o a las características del ecosistema en el caso de los parques urbanos y plantaciones forestales.</p>			
SEDIMENTACION	<p>El sitio donde se ubica el proyecto se encuentra en una zona receptora de depósitos de sedimentos o tierra debido a la presencia de erosión acusada en el entorno, o tipos de suelos pocos cohesivos que pueden ocasionar la modificación de la topografía del sitio ante intensas lluvias en un periodo de 5 años.</p>			
	<p>En el sitio donde se ubica el proyecto puede ocasionalmente existir acumulación de depósitos en cuantías insignificantes debido a la ausencia de erosión y/o buena estabilidad del suelo y la acumulación no llegaría a modificar la topografía.</p>			
	<p>En el territorio donde se ubica el proyecto no existe riesgo de acumulación de depósitos</p>			
RADIO DE COBERTURA	<p><u>PROYECTOS DE AGUA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> La población servida para pozo excavado a mano será mayor de 100 personas o menor de 50 personas y/o las distancias a recorrer son mayores de 100 metros. Para pozos perforados la población a servir es menor de 160 personas Para la letrina la distancia es mayor de 30 metros de la vivienda 			
	<p><u>PROYECTOS EDUCACIONALES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Para centros de programa preescolar en zonas urbanas el radio es mayor de 1.5 km Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es mayor de 3 km Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es mayor de 4 km Para centros de programa secundaria, tanto urbano como rural el radio es mayor de 6 km o más de 1 			

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	<p>hora de viaje en autobús</p> <p><u>PROYECTOS DE MERCADOS MUNICIPALES:</u> Cuando el radio de influencia sea > de los 15 Km, más del 50% del consumidor urbano caminará una distancia mayor de los 5Km y el consumidor rural caminará más de 10 Km o el tiempo de traslado (motorizado) será mayor de 1 hora</p> <p><u>PROYECTOS DE SALUD:</u> Cuando más del 50 % de la población atender se encuentra situada a una distancia superior de 5 km caminado a pie o más de 1 hora de viaje en autobús.</p> <p><u>PROYECTOS DE ALCANTARILLADOS Y DEPURACION DE AGUAS NEGRAS:</u> El sitio donde se emplaza el proyecto se ubica a más de 3 km de la población servida, ocasionando grandes gastos en líneas conductoras y sistemas de bombeo o las pendientes naturales del territorio ubican el sistema de tratamiento en cotas más altas que la población a servir.</p> <p><u>PROYECTO DE DESECHOS SÓLIDOS:</u> El sitio se ubica a más de 1 hora de la población servida y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 50 % de la población y/o las fuentes de empleo generadas por el proyecto no son ocupadas por pobladores cercanos al sitio.</p> <p><u>PROYECTOS DE RASTROS:</u> El sitio se ubica a más de 1 hora de la población servida o a más de 10 km y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 50 % de la población.</p> <p><u>PROYECTOS DE BIENESTAR SOCIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el CDI el radio del 80 % de la población infantil es mayor de 1 km • Para el comedor infantil el radio del 80% de la población infantil es mayor de 2 km • Para los albergues y hogares de ancianos más del 80 % de los usuarios pertenecen a otro municipio donde se emplaza el proyecto • 			
	<p><u>PROYECTOS DE AGUA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La población servida para pozo excavado a mano será menor 60 o mayor de 80 personas y/o las distancias son entre 80 y 100 metros. • Para pozos perforados la población a servir es entre 160 y 200 personas • Para la letrina la distancia es entre 20 y 30 metros de la vivienda <p><u>PROYECTOS EDUCACIONALES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para centros de programa preescolar en zonas urbanas el radio es entre 1 y 1.5 km • Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es entre 2 y 2.5 km • Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es entre 3.5 y 4 km • Para centros de programa secundaria, tanto urbano como rural el radio es entre 5 y 6 km o hasta 1 hora de viaje en autobús <p><u>PROYECTOS DE MERCADOS MUNICIPALES:</u> Cuando el radio de influencia sea > de los 15 Km, y entre el 25 y el 50% del consumidor urbano caminará una distancia entre 3 y 5 Km y el consumidor rural caminará entre 8 y 10 Km o el tiempo de traslado (motorizado) será entre 45 minutos y 1 hora</p> <p><u>PROYECTOS DE SALUD:</u> Cuando del 25 al 49 % de la población atender se encuentra situada a una distancia entre superior de 5 km caminado a pie o 1 hora de viaje en autobús.</p> <p><u>PROYECTOS DE ALCANTARILLADOS Y DEPURACION DE AGUAS NEGRAS:</u> El sitio se ubica entre 1.5 y 2 km de la población servida donde los costos de conducción son medianamente altos</p> <p><u>PROYECTO DE DESECHOS SÓLIDOS:</u> El sitio se ubica entre 45 y 30 minutos de la población servida y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 80 % de la población.</p> <p><u>PROYECTOS DE RASTROS:</u> El sitio se ubica entre 45 y 30 minutos de la población servida o a 10 km y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 80 % de la población.</p> <p><u>PROYECTOS DE BIENESTAR SOCIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el CDI el radio del 80 % de la población infantil es entre 500m y 1 km • Para el comedor infantil el radio del 80% de la población infantil es entre 1.5 y 2 km • Para los albergues y hogares de ancianos entre el 50 % y el 80 % de los usuarios pertenecen a otro municipio donde se emplaza el proyecto 			
	<p><u>PROYECTOS DE AGUA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La población servida para pozo excavado a mano será entre 50 y 100 personas y/o las distancias menores de 80 metros. • Para pozos perforados la población a servir es mayor de 200 personas siempre y cuando el caudal satisfaga la demanda • Para la letrina la distancia es entre 15 y 20 metros de la vivienda <p><u>PROYECTOS EDUCACIONALES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para centros de programa preescolar en zonas urbanas el radio es hasta 1 km • Para centros de programa preescolar en zonas rurales el radio es hasta 2 km • Para centros de programa primaria, tanto urbano como rural el radio es hasta 3.5 km • Para centros de programa secundaria, tanto urbano como rural el radio es hasta 5 km o hasta 1 hora de viaje en autobús <p><u>PROYECTOS DE MERCADOS MUNICIPALES:</u> Cuando el radio de influencia sea > de los 15 Km, y hasta el 25% del consumidor urbano caminará una distancia entre 1 y 2 Km y el consumidor rural caminará entre 5 y 7 Km o el tiempo de traslado (motorizado) será hasta 30 minutos</p> <p><u>PROYECTOS DE SALUD:</u></p>			

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	<p>Cuando menos del 25 % de la población atender se encuentra situada a una distancia superior de 5 km caminado a pie o 1 hora de viaje en autobús</p> <p><u>PROYECTOS DE ALCANTARILLADOS Y DEPURACION DE AGUAS NEGRAS:</u></p> <p>El sitio se ubica a distancia entre 1 y 1.5 km de la población servida por lo que los costos son normales y el sitio se ubica en cotas más bajas que la población a servir.</p> <p><u>PROYECTO DE DESECHOS SÓLIDOS:</u></p> <p>El sitio se ubica entre a 30 minutos de la población servida y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 100 % de la población y/o las fuentes de empleo generadas por el proyecto son ocupadas por los pobladores más cercanos al proyecto.</p> <p><u>PROYECTOS DE RASTROS:</u></p> <p>El sitio se ubica entre a 30 minutos de la población servida o menos de 10 km y/o la cobertura del servicio diseñada abarca el 100 % de la población.</p> <p><u>PROYECTOS DE BIENESTAR SOCIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el CDI el radio de la población infantil a atender es de 50 metros • Para el comedor infantil el radio de más del 80 % de la población a servir es 1.5 km • Para los albergues y hogares de ancianos mas del 80 % de los usuarios pertenecen al municipio donde se emplaza el proyecto 			
ACCESIBILIDAD	<p>No existe infraestructura terrestre que llegue al sitio donde se ubicará el proyecto, haciendo la accesibilidad muy dificultosa durante cierta época del año e imposible durante la época de lluvias debido a cualquiera de las siguientes causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de vías de comunicación • Barreras naturales • Población dispersa 			
	<p>En el territorio donde se ubica el sitio existen caminos utilizables sólo en ciertas épocas del año, aunque el servicio recibirá pocas afectaciones porque la población a servir no se encuentra dispersa en el territorio</p>			
	<p>No existe dificultad para acceder al sitio del proyecto en cualquier época del año</p>			
CONSIDERACIONES URBANISTICAS	<p>El proyecto se ubica en un territorio urbano y no existe plan de desarrollo urbano o plan regulador, por lo que el sitio no se encuentra compatibilizado con el crecimiento físico y poblacional y ello dificulta su integración futura.</p> <p>O por su localización puede repercutir negativamente en la imagen urbana del entorno.</p> <p>O No se cumple el retiro mínimo de linderos</p> <p>O Existe Plan Urbano o Plan regulador, pero se aprecia incompatibilidad de acuerdo al uso del suelo previsto y las normas urbanas para la localización de este tipo de proyecto</p> <p>Si el proyecto es desarrollo urbano no tiene contemplado el espacio para las áreas comunales y áreas verdes.</p>			
	<p>Existe un nivel de planeamiento urbano elemental y se suponen alternativas futuras para la integración del proyecto al crecimiento poblacional</p> <p>O Pudiera ocasionar alguna interferencia visual con lo entorno pero no es incompatible</p> <p>Aunque no se encuentran contempladas las áreas comunales es posible compatibilizarlas con el desarrollo urbano</p>			
	<p>En el territorio donde se ubica el proyecto existe plan de desarrollo urbano y el sitio se encuentra compatibilizado con el crecimiento físico y poblacional.</p> <p>O su ubicación es compatible con la imagen urbana del entorno o mejora la imagen urbana</p> <p>Se cumplen los retiros de los linderos</p> <p>El proyecto contempla y se integra a las áreas comunales y áreas verdes</p>			
	<p>En el sitio no existen los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, electricidad, recolección de desechos y comunicaciones. O existen los servicios pero no es posible que el proyecto pueda conectarse a ellos por insuficiencia o incapacidad del sistema</p>			
	<p>De los 4 tipos de servicios básicos anteriormente mencionados al menos existen acueductos y alcantarillados o es posible conectarse a los dos servicios anteriormente mencionados.</p> <p>Existen al menos agua, alcantarillado y electricidad de los servicios básicos anteriormente citados y es posible conectarse a ellos.</p>			
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA	<p>El sitio donde se ubicará el proyecto no es compatible con otras infraestructuras ubicadas en el entorno inmediato.</p> <p><u>EN EL MEDIO RURAL O PERIURBANO:</u></p> <p>PLANTAS DE BENEFICIO AGRÍCOLA: A menos de 100 metros de núcleos habitados</p> <p>CUALQUIER INFRAESTRUCTURA AGROPECUARIA: A menos de 500 metros de núcleos poblados</p> <p>PLANTAS DE GENERACION DE ENERGIA: A menos de 100 metros de cualquier edificio</p> <p>CAMPOS DE CULTIVO DE ARROZ: A menos de 1000 metros de núcleos poblados</p>			
	<p><u>EN EL MEDIO URBANO: (CONSULTAR TABLA DE RADIOS Y USOS RECOMENDADOS PARA INFRAESTRUCTURAS URBANAS)</u></p> <p>Con el proyecto propuesto se incumplen totalmente las distancias de protección o se encuentra en una categoría de uso NP (No permitida)</p>			
	<p>Los valores de incompatibilidades están ligeramente por debajo de los valores recomendados en el cuadro, sin generar significativos impactos. La categoría de uso asignada en el cuadro es PR (permitido con ciertas restricciones)</p>			
	<p>No hay incompatibilidades entre infraestructura. La categoría de uso asignada en el cuadro es O (óptimo)</p>			
FUENTES DE CONTAMINACION	<p>Si el sitio se ubica a distancias menores del 50% de las distancias de retiros establecidas en el cuadro de Radios y Usos con respecto a fuentes generadoras de contaminación. O existen juicios técnicos que permiten valorar como incompatible el sitio con respecto a la fuente de contaminación existente, ya sea por la dirección de los vientos o cualquier otro indicador.</p>			
	<p>Si el sitio se ubica a distancias superiores del 50% de las distancias de retiros establecidas en el cuadro de Radios y usos con respecto a fuentes generadoras de contaminación. O no se consideran técnicamente incompatible el sitio con respecto a la fuente de contaminación</p>			
	<p>Si el sitio se ubica a igual o superior distancia de retiro establecida en el cuadro de Radios y Usos con respecto a fuentes generadoras de contaminación. O no hay fuentes de contaminación</p>			

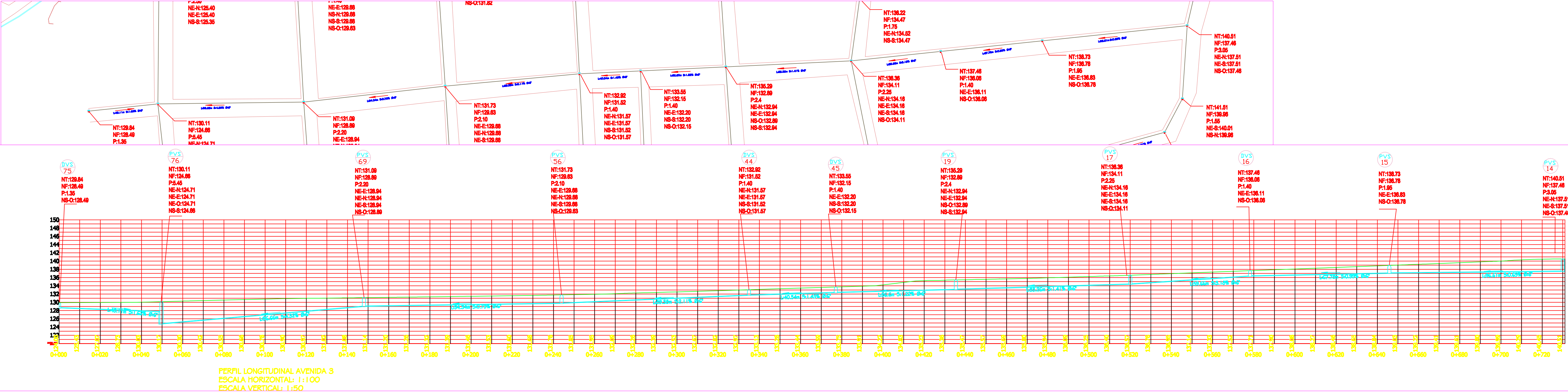
Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
DESECHOS SÓLIDOS	El sitio se ubica sotavento a distancias menores de 800 metros sin franja de protección (con árboles y arbustos) de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto. O Plantas de tratamiento de desechos líquidos a cielo abierto (lagunas de oxidación) menos de 500 m de Rellenos sanitarios.			
	El sitio se ubica a sotavento a distancias entre 800 y 1000 m y/o con franja de protección de árboles y arbustos) de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto. O Plantas De tratamiento de desechos líquidos a cielo abierto (lagunas de oxidación) O entre 500 y 800 m de Rellenos sanitarios			
	El sitio se ubica a distancias mayores de 1000 metros en la dirección de sotavento y existen masas de árboles que filtran el aire de vertederos de desechos sólidos a cielo abierto o desechos líquidos a cielo abierto. O se ubica a barlovento			
LINEAS ALTA TENSION	El sitio se ubica a distancias menores de 25 metros de líneas transmisión de electricidad de Alta Tensión O a menos de 5 metros de una torre de antenas con altura igual o mayor de 40 metros. O a menos de 5 metros de bancos de transformadores eléctricos situados sobre el nivel de terreno			
	El sitio se ubica entre 25 y 50 metros de líneas eléctricas de alta tensión eléctrica O entre 5 y 8 metros de una antena con altura igual o mayor de 40 metros O entre 5 y 10 metros de bancos de transformadores eléctricos situados sobre el nivel de terreno			
	El sitio se ubica a distancias mayores de 50 metros de líneas de transmisión de electricidad de alta tensión O más de 8 metros de una antena con altura igual o mayor de 40 metros O a más de 10 metros de bancos de transformadores eléctricos situados sobre el nivel de terreno			
PELIGRO DE INCENDIOS	El sitio donde se emplazará el proyecto se ubica a distancias menores de 5 metros de edificios o construcciones combustibles en 1 hora (viviendas o edificios de madera o minifalda). O a distancias menores de 100 metros de edificios con peligro de explosión (gasolineras o bodegas de materiales y gases explosivos) O a distancias menores de 60 metros de depósitos de combustibles soterrados o aéreos y plantas de gas O el sitio se ubica a distancias menores de 1000 m de almacenes de explosivos, Unidades militares o terrenos minados			
	El sitio donde se emplazará el proyecto se ubica a distancias mayores de 5 metros de edificios o construcciones combustibles en 1 hora (viviendas o edificios de madera o minifalda). O a distancias mayores de 100 metros de edificios con peligro de explosión (gasolineras o bodegas de materiales y gases explosivos) O a distancias mayores de 60 metros de depósitos de combustibles soterrados o aéreos y plantas de gas O el sitio se ubica a distancias mayores de 1000 m de almacenes de explosivos, Unidades militares o terrenos minados. En este caso puede suceder que se cumpla con varias normas y se incumpla una.			
	El sitio se ubica por encima de todas las distancias anteriores			
CONFLICTOS TERRITORIALES	En el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos o litigios de carácter territorial (municipal) y la población que utiliza los servicios del proyecto no siente pertenencia del territorio. O el emplazamiento del proyecto en el sitio puede desencadenar o agudizar conflictos de disputas territoriales			
	Aunque en el territorio donde se ubica el sitio existen conflictos de reclamos territoriales, pero existe consenso de la población sobre la legitimidad del emplazamiento en el territorio			
	No existen conflictos ni litigios territoriales en la zona donde se ubica el proyecto			
MARCO LEGAL	En el sitio donde se ubica el proyecto existen conflictos o litigios de propiedad. O el proponente del proyecto no es propietario del suelo. O el proyecto viola algún precepto establecido en el marco legal del país, región o municipio. O el proyecto no cumple con las estipulaciones del ente rector (municipio o institución rectora)			
	Al momento de la evaluación se realizan trámites de legalización del sitio ante las autoridades competentes			
	En el sitio donde se ubica el proyecto no existe ningún tipo de conflicto legal			
SEGURIDAD CIUDADANA	El sitio se ubica dentro de zonas con altos índices de delincuencia común y/o zonas de enfrentamientos armados, secuestros, vandalismo, de forma que tal que estos hechos pueden afectar el normal desarrollo del servicio del proyecto. O el sitio es escenario de enfrentamientos bélicos			
	Aunque en el entorno donde se desarrolla el proyecto han existido conductas delictivas comunes, estas son aisladas y poco frecuentes. El sitio no es escenario de enfrentamientos bélicos			
	Existen buenas alternativas de seguridad próximas al sitio dado por la calidad social del entorno y por la posición del sitio.			
PARTICIPACION CIUDADANA	No existe ningún tipo de organización y participación de la población alrededor del proyecto, Existe desconocimiento y no se ha tomado en consideración la opinión de la población sobre el proyecto. No están claramente definidos los beneficiarios. O la población del sitio ha expresado su desacuerdo con el proyecto. En el proceso de consulta se ha excluido la participación de la mujer trabajadora o ama de casa. La población desconoce la problemática del municipio, se le oculta o tergiversa. El individuo no se siente escuchado, ni tiene posibilidad de canalización de sus inquietudes e intereses. O el proyecto no está concebido según los patrones de conducta local de la población O el proyecto no tiene trascendencia para la comunidad O la comunidad percibe un alto impacto negativo como resultado del proyecto			
	Existe cierta organización y participación de la población alrededor del proyecto (comité de seguimiento y comité de mantenimiento), Al menos existen organizaciones comunales. Existe interés individual por la participación, pero a veces se ve limitada por respuestas vagas y situaciones institucionales o sociales que se dan. En el proceso de consulta la mujer trabajadora o ama de casa participa, pero no siempre son tomadas en consideración sus opiniones. La participación se puede considerar como real y en algunos casos como aparente con un promedio que conduce a inhibiciones al actuar e incertidumbre de participar en un determinado caso.			
	Existen Organizaciones comunales que se comunican con frecuencia y participan en el proceso de planificación y			

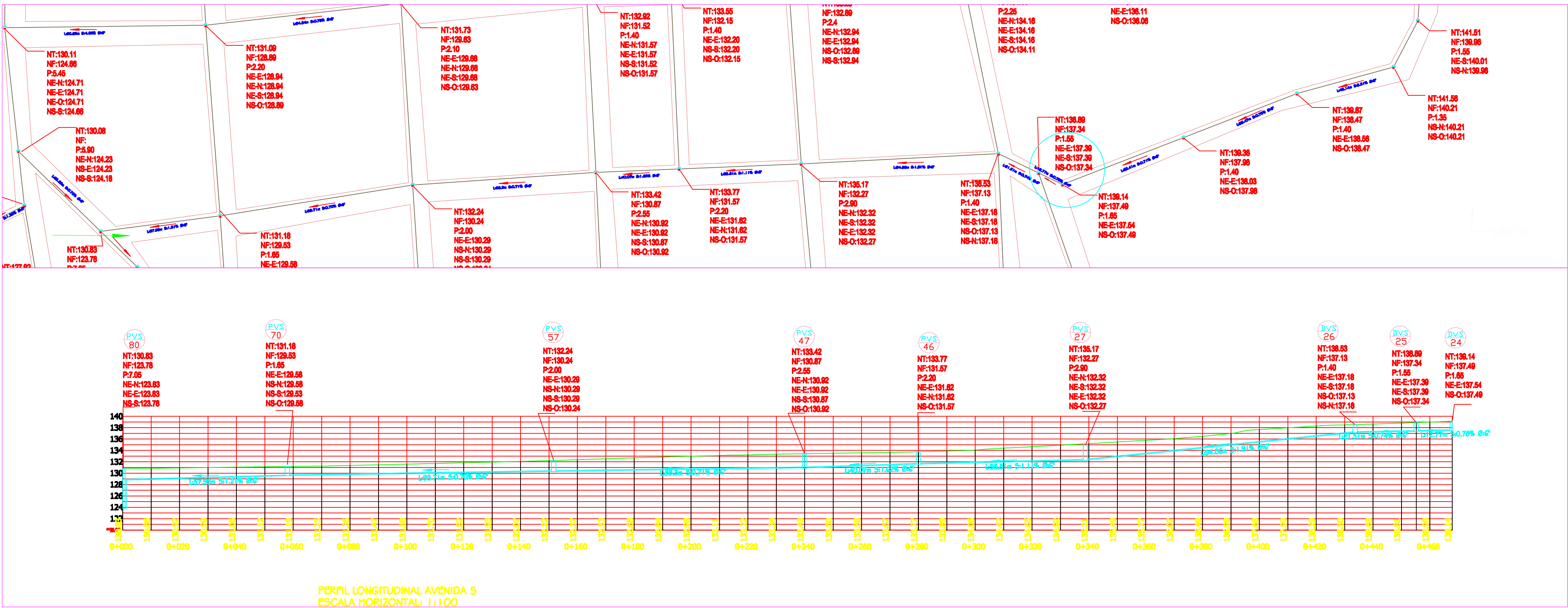
Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

VARIABLES	DESCRIPCION CUALITATIVA	EVALUACION		
		1	2	3
	seguimiento de los proyectos en la comunidad, son al menos consultados dos veces al año por las autoridades municipales sobre la marcha de los proyectos y acciones a seguir. El individuo se siente escuchado y atendido aunque esté equivocado. Existe organización de mujeres para la atención a sus problemas. El individuo siente que existe interés colectivo por su persona por lo que siente interés permanente por su comunidad y lucha por su progreso O los beneficiarios han sido seleccionados de acuerdo a las necesidades locales O el proyecto contribuye positivamente a elevar la calidad de vida de los pobladores O el proyecto está en correspondencia con los patrones de conducta local O proyecto tiene alta trascendencia económica para la comunidad			
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILIDAD	El proyecto no se encuentra dentro del plan de inversión municipal y/o no se cumplen las garantías de sostenibilidad			
	El proyecto se encuentra en el plan de inversión del municipio, pero se cumplen parcialmente las garantías de sostenibilidad			
	El proyecto está planificado y se cumplen las garantías de sostenibilidad			

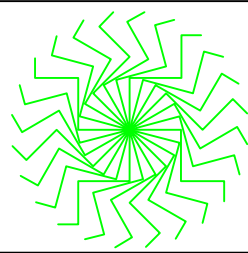
AVENIDA 3



AVENIDA 5

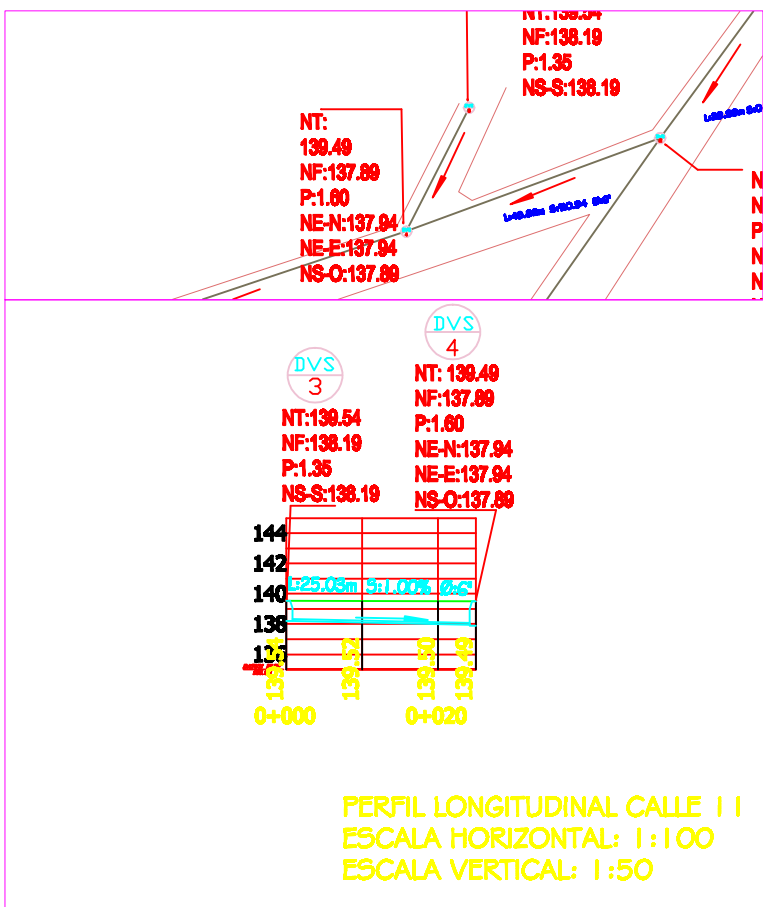
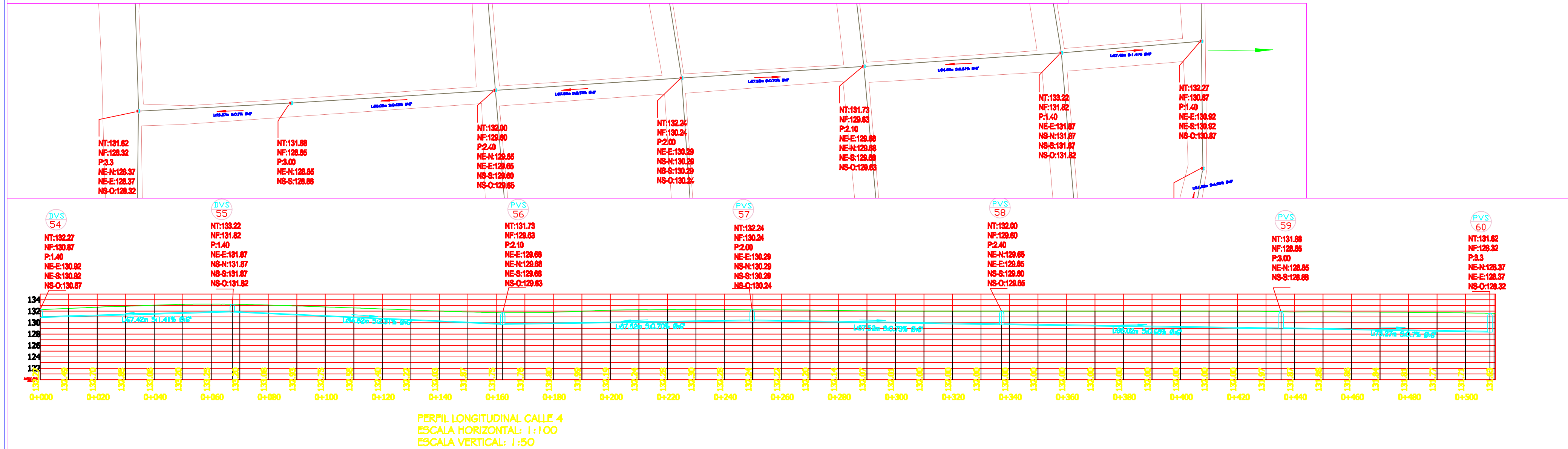
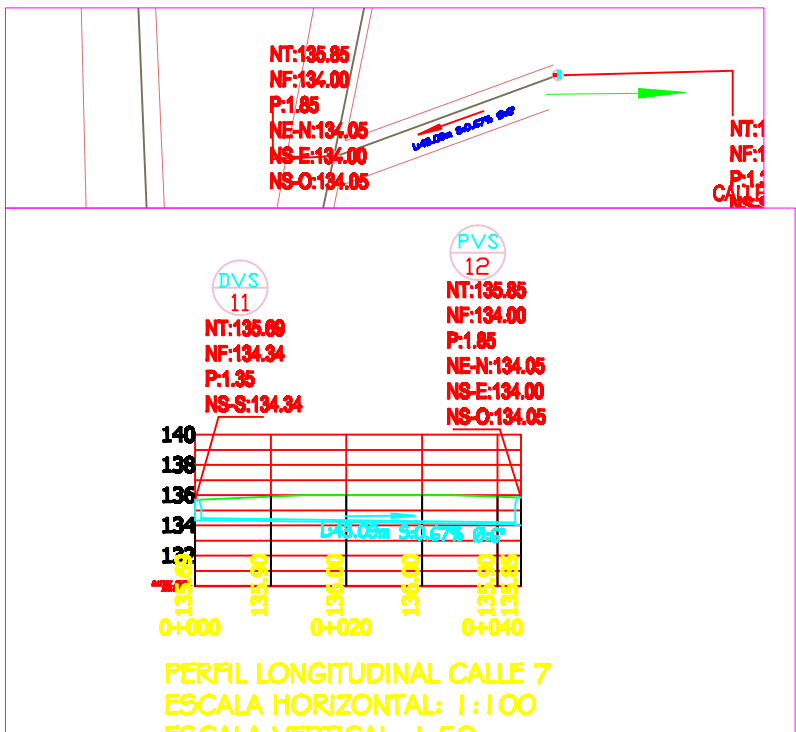
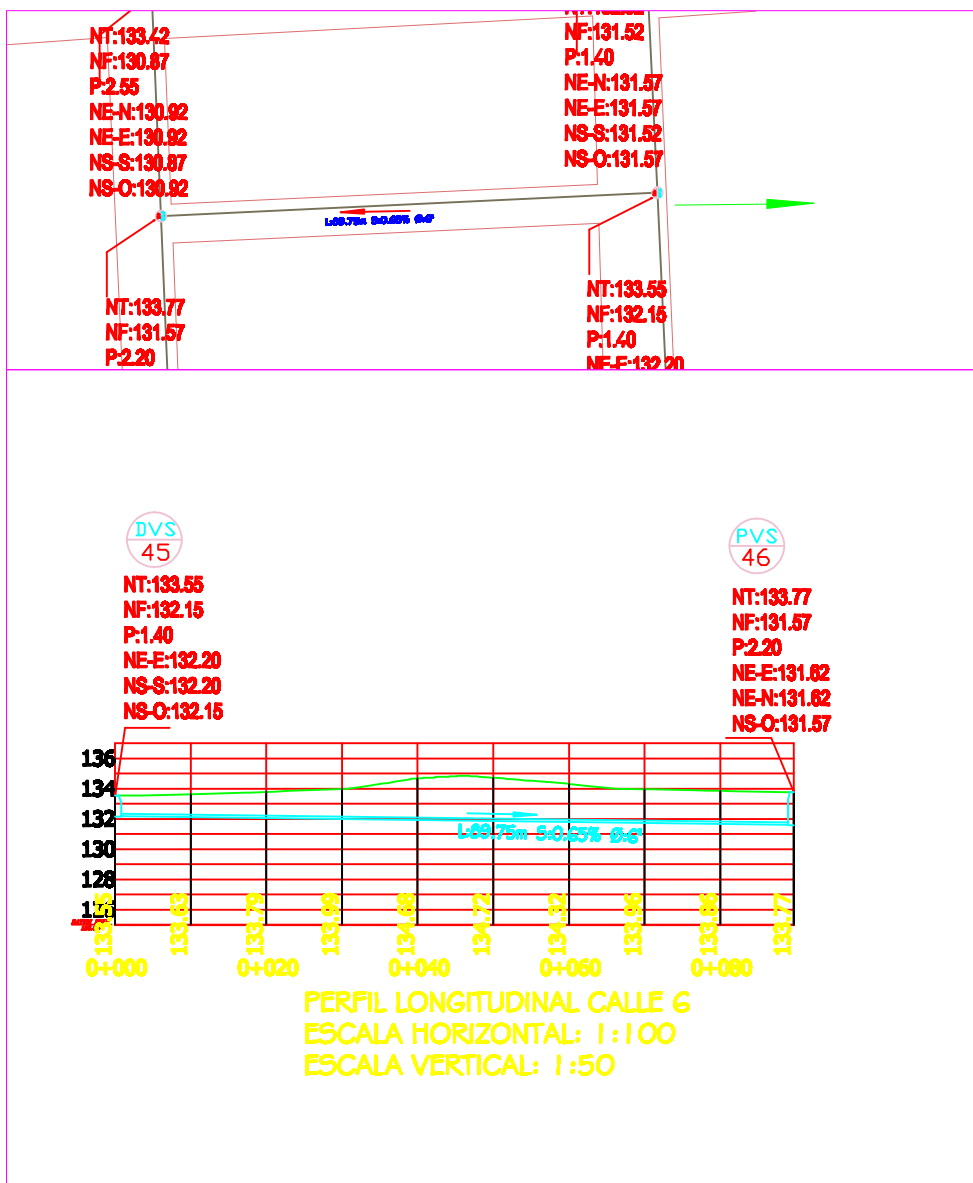
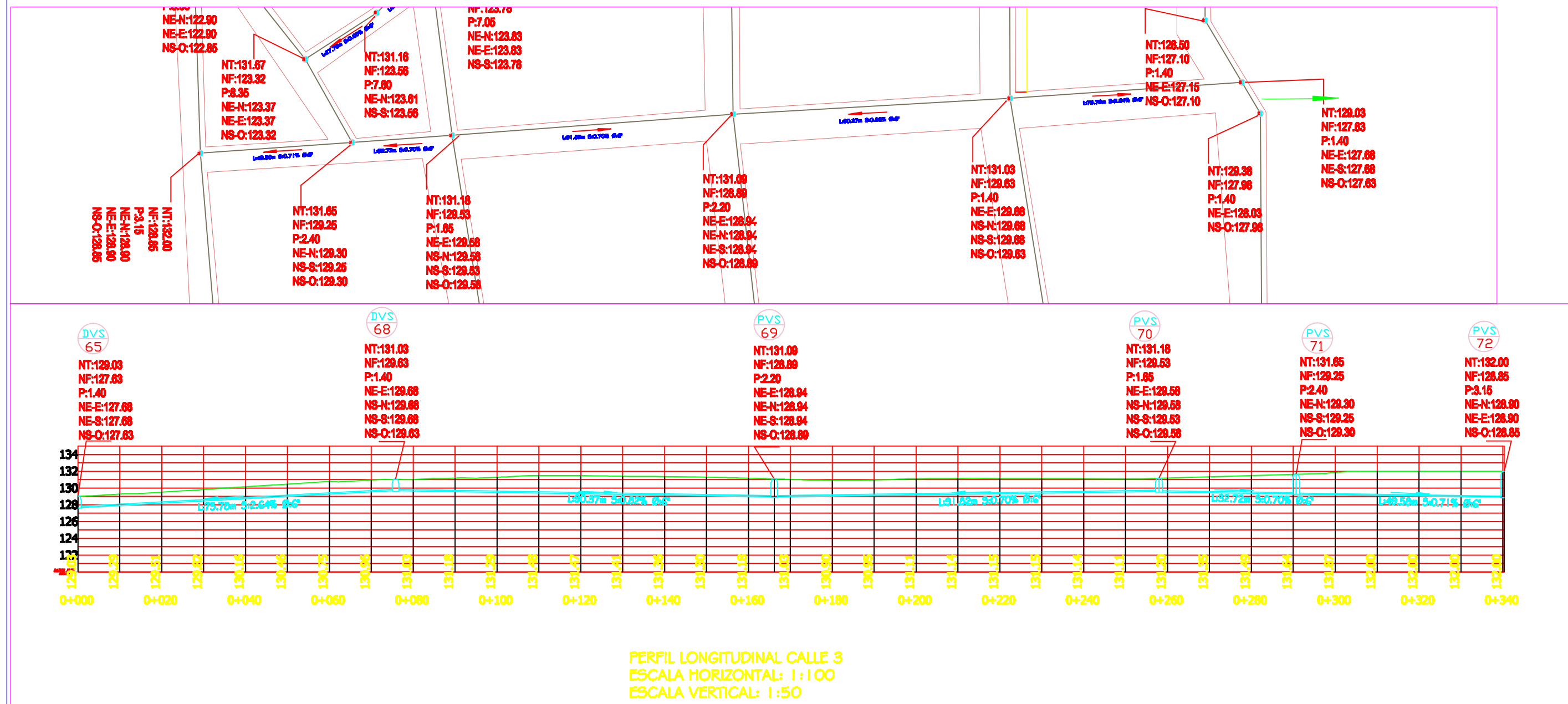
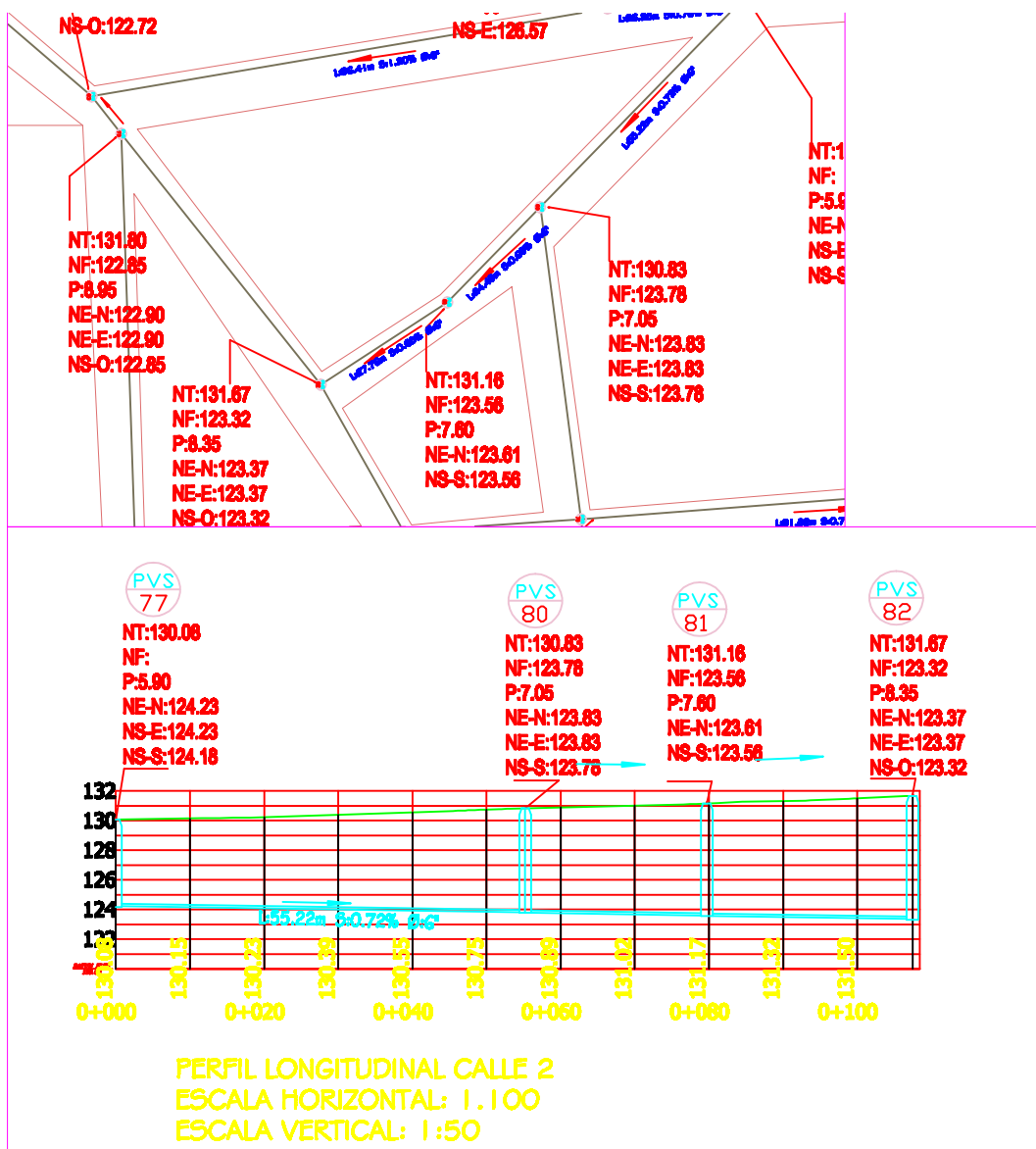
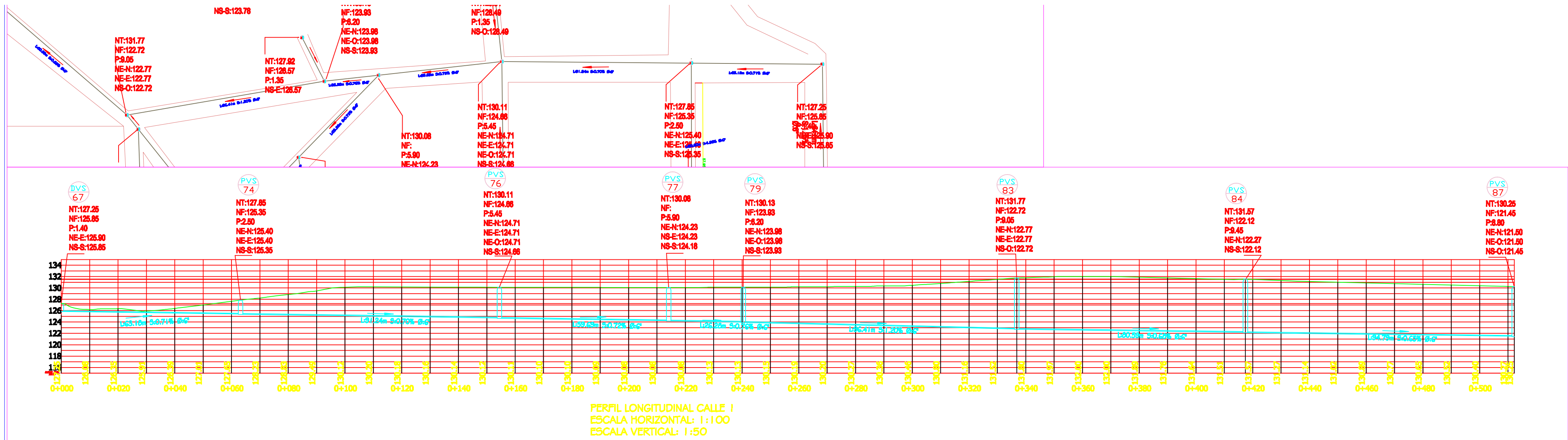


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA

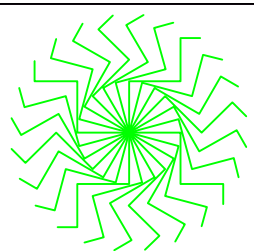


PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO
DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

COMUNIDAD: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR	DEPARTAMENTO: MANAGUA	DISEÑADO POR: RAFAEL BLANDON	REVISADO POR: Ing. WILBER PEREZ	HOJA: 3	DE: 9
CONTENIDO: PLANTA PERFIL AVENIDA 3 Y 5		MARIA JOSE MEJIA	APROBADO POR: Ing. FREDY RODRIGUEZ	ESCALA: Indicada	CONSECUTIVO: A
		KENIA BARBERENA	Ing. FELIX OROZCO	DIBUJO: RAFAEL BLANDON	FECHA: MAYO 2011

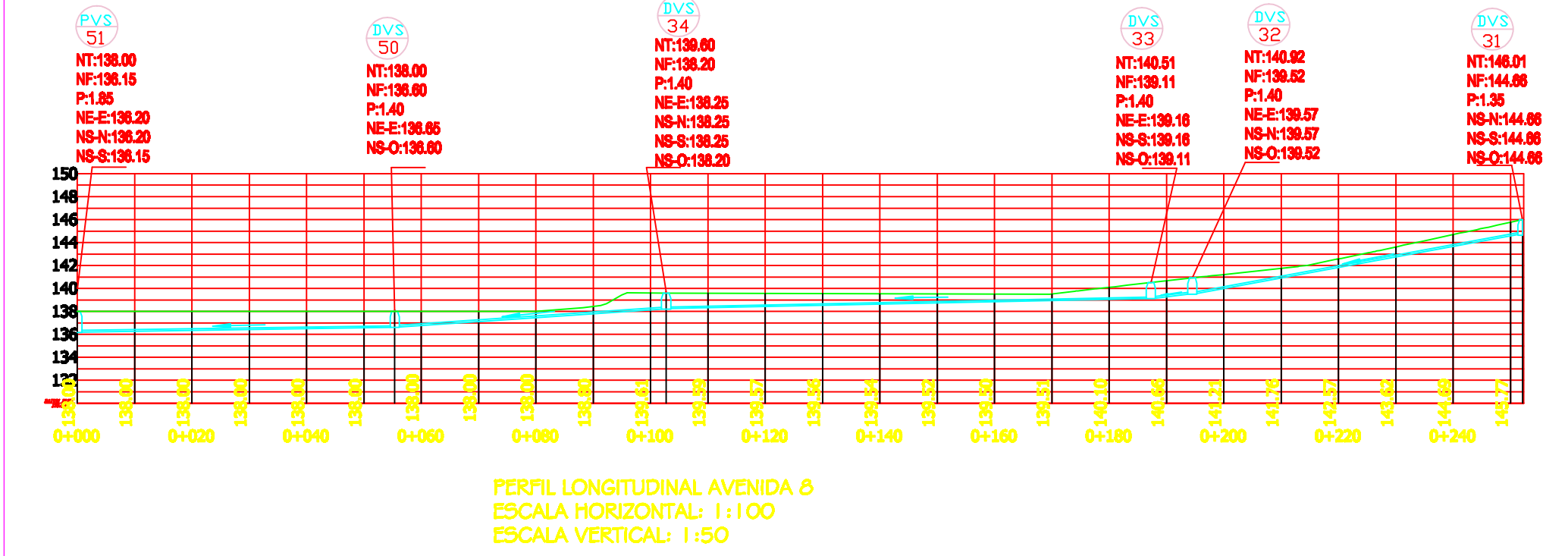
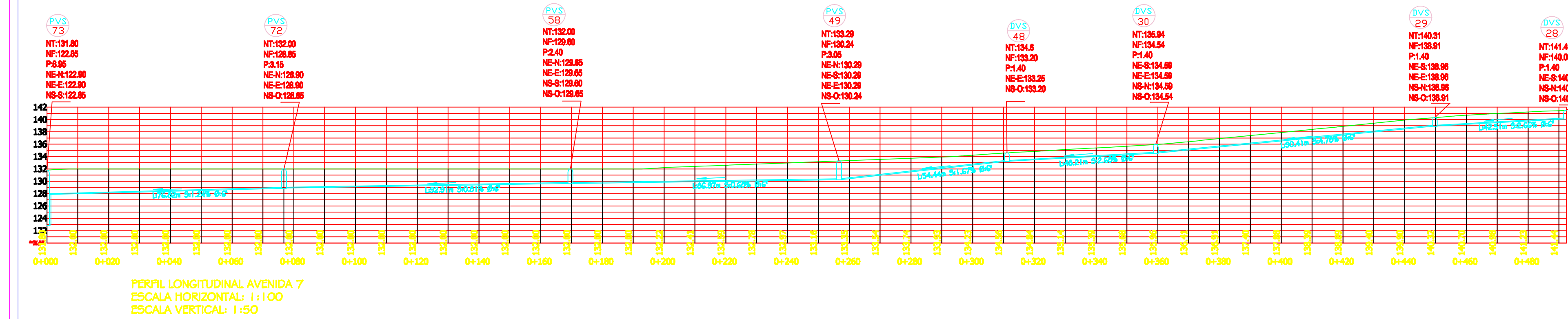
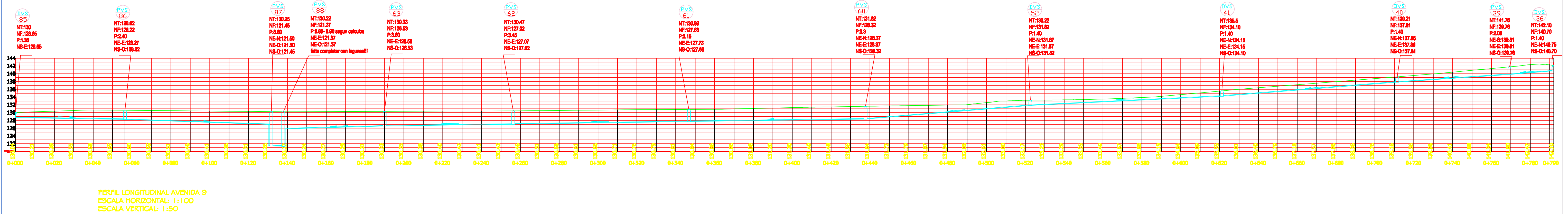


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA

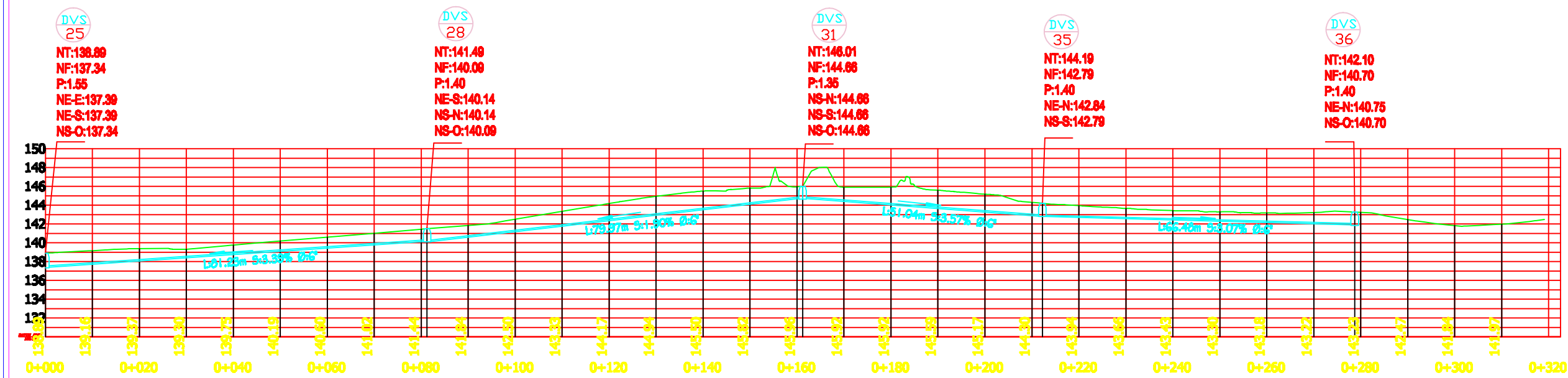
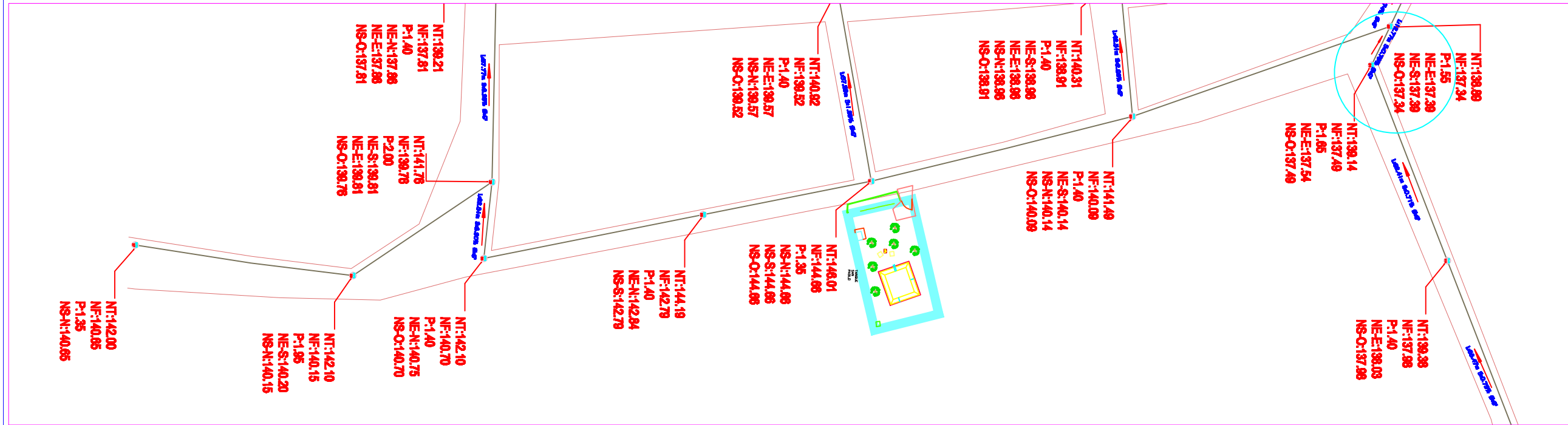


PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO
DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

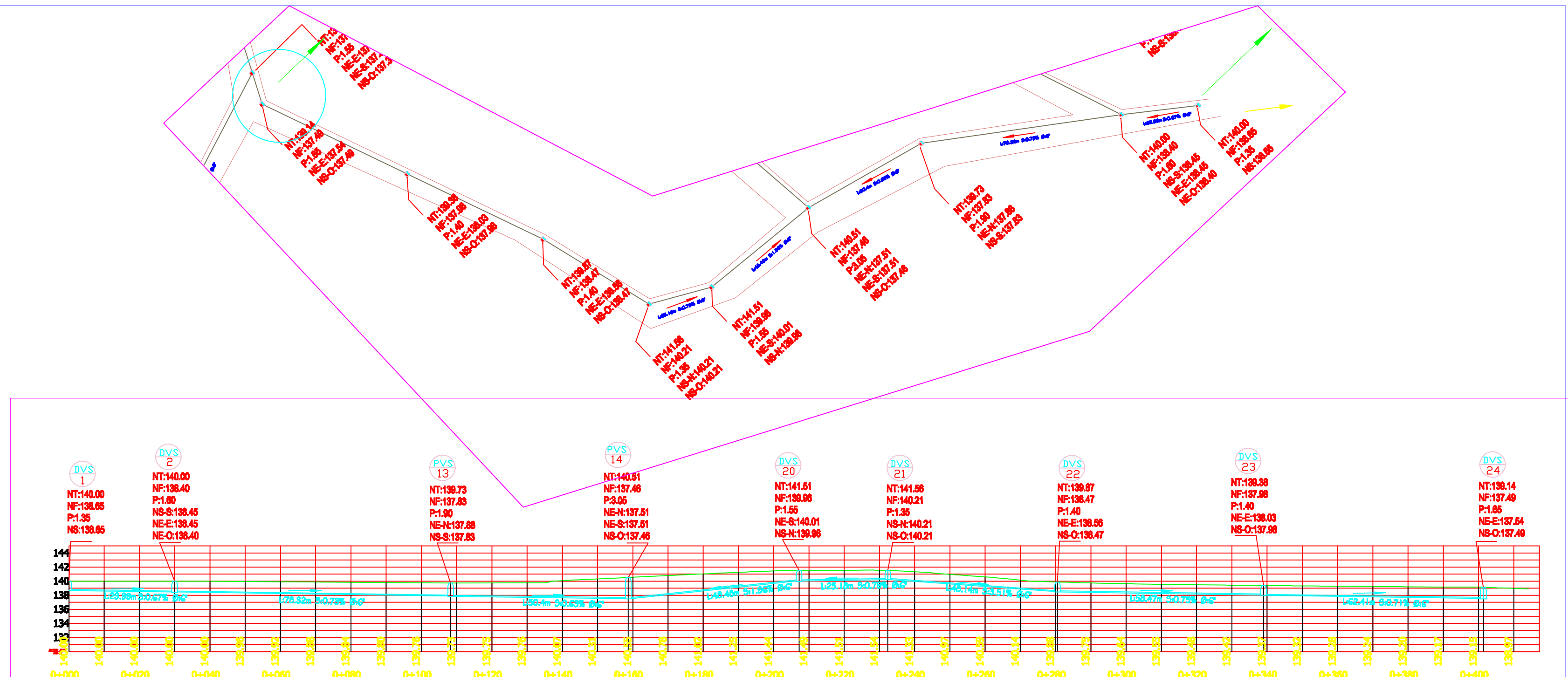
COMUNIDAD: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR	DEPARTAMENTO: MANAGUA	DISEÑADO POR: RAFAEL BLANDON	REVISADO POR: Ing. WILBER PEREZ	HOJA: 5	DE: 9
CONTENIDO: PLANTA PERFIL CALLE 1, 2, 3, 4, 6, 7 Y 11		MARIA JOSE MEJIA KENIA BARBERENA	APROBADO POR: Ing. FREDY RODRIGUEZ Ing. FELIX OROZCO Ing. ERWIN BARBERENA	ESCALA: Indicada	CONSECUTIVO: A
				FECHA: MAYO 2011	

[illegible][illegible]

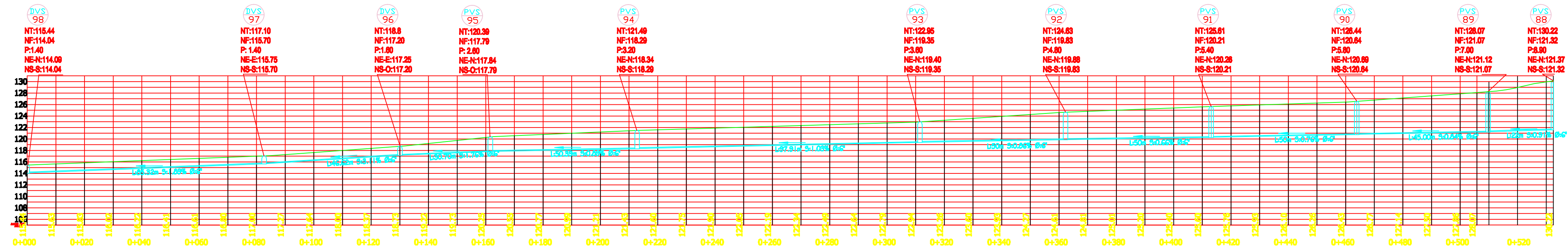
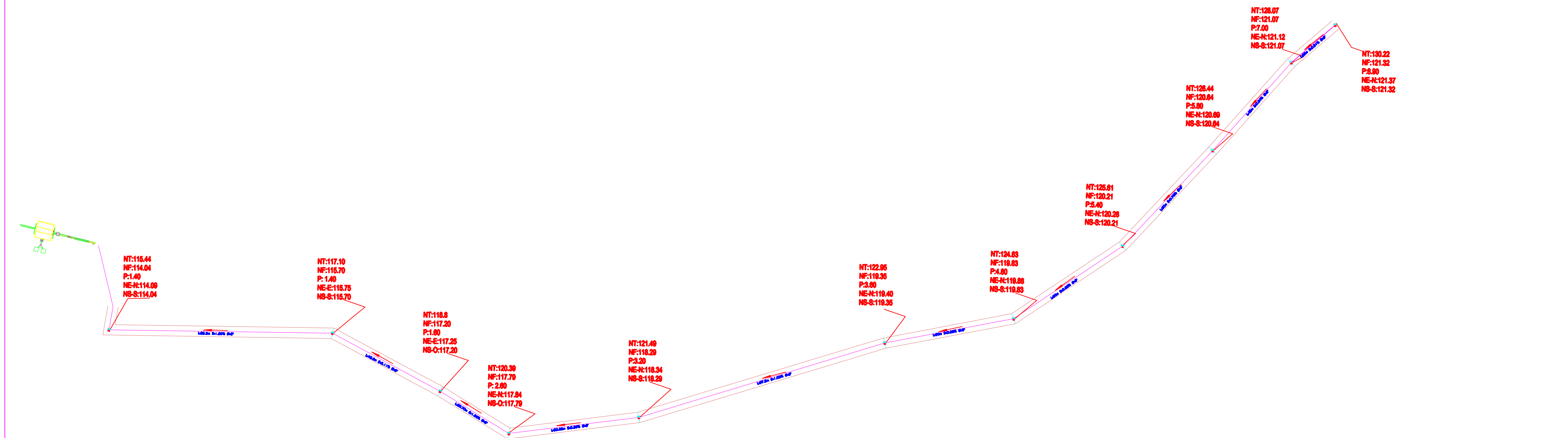
COMUNIDAD:	SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR	DEPARTAMENTO:	MANAGUA	DESEÑADO POR:	REVISADO POR:	HUJA:	DE:
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL AVENIDA 7, 8 Y 9			RAFAEL BLANDON	Ing. WILBER PEREZ	4	9
				MARIA JOSE MEJIA	APROBADO POR:	ESCALA:	CONSECUTIVO:
				KENIA BARBERENA	Ing. FREDY RODRIGUEZ	Indicada	A
					Ing. FELIX OROZCO	DIBUJO:	FECHA:
					Ing. ERWIN BARBERENA	RAFAEL BLANDON	MAYO 2011
						MARIA JOSE	



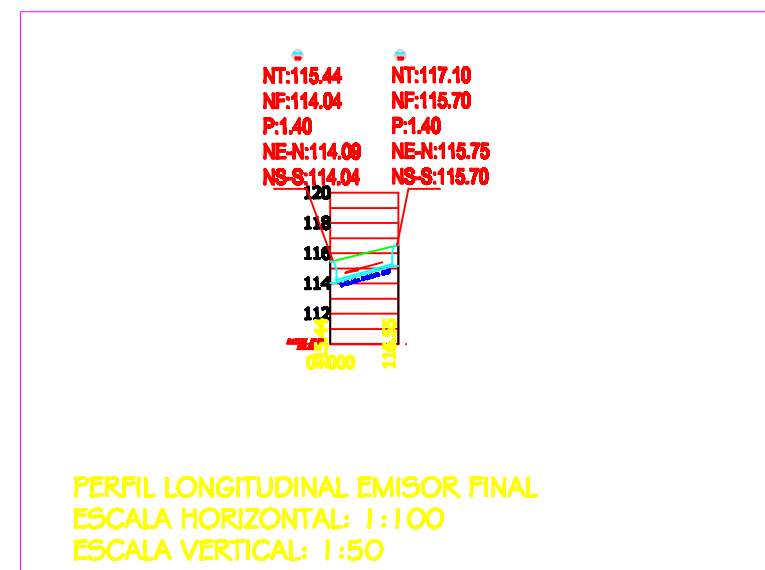
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 10
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



PERFIL LONGITUDINAL CALLE 12
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



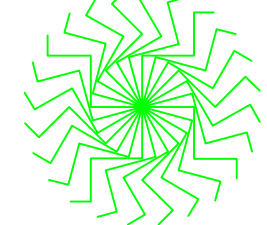
PERFIL LONGITUDINAL EMISOR FINAL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



PERFIL LONGITUDINAL EMISOR FINAL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50

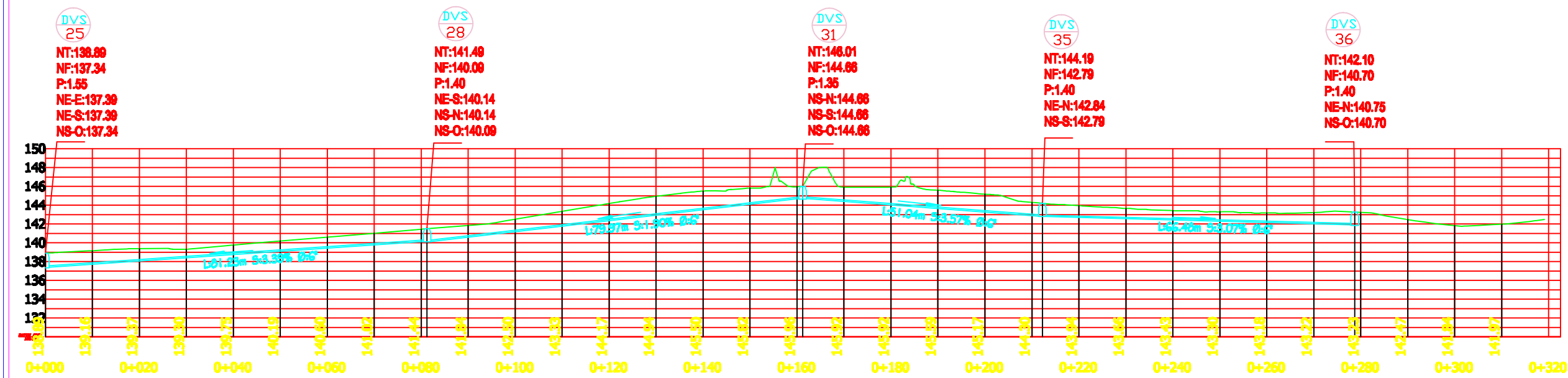
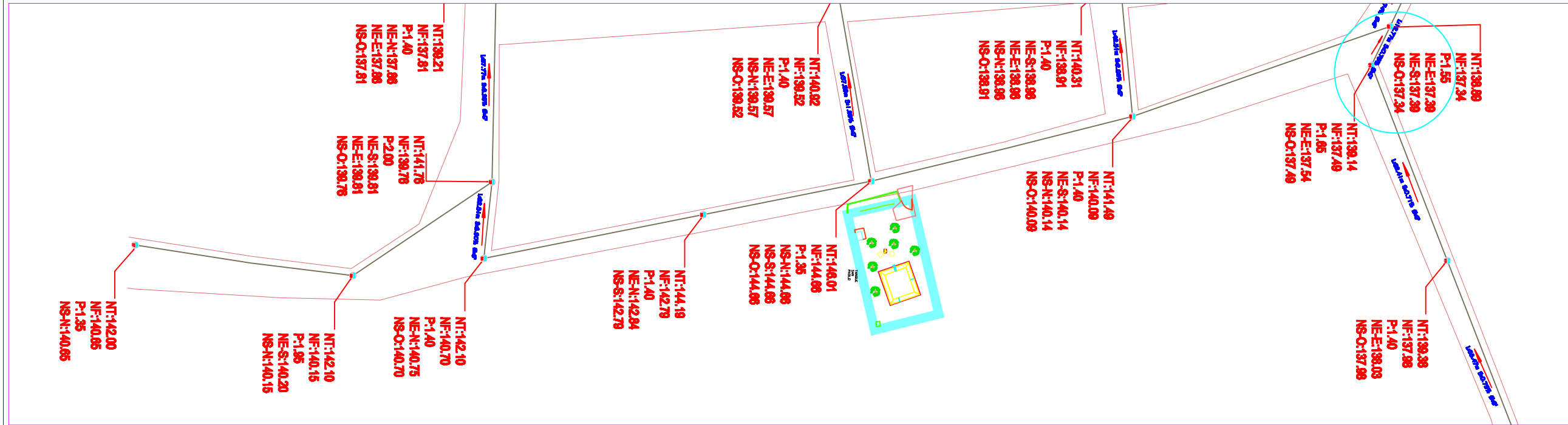


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA

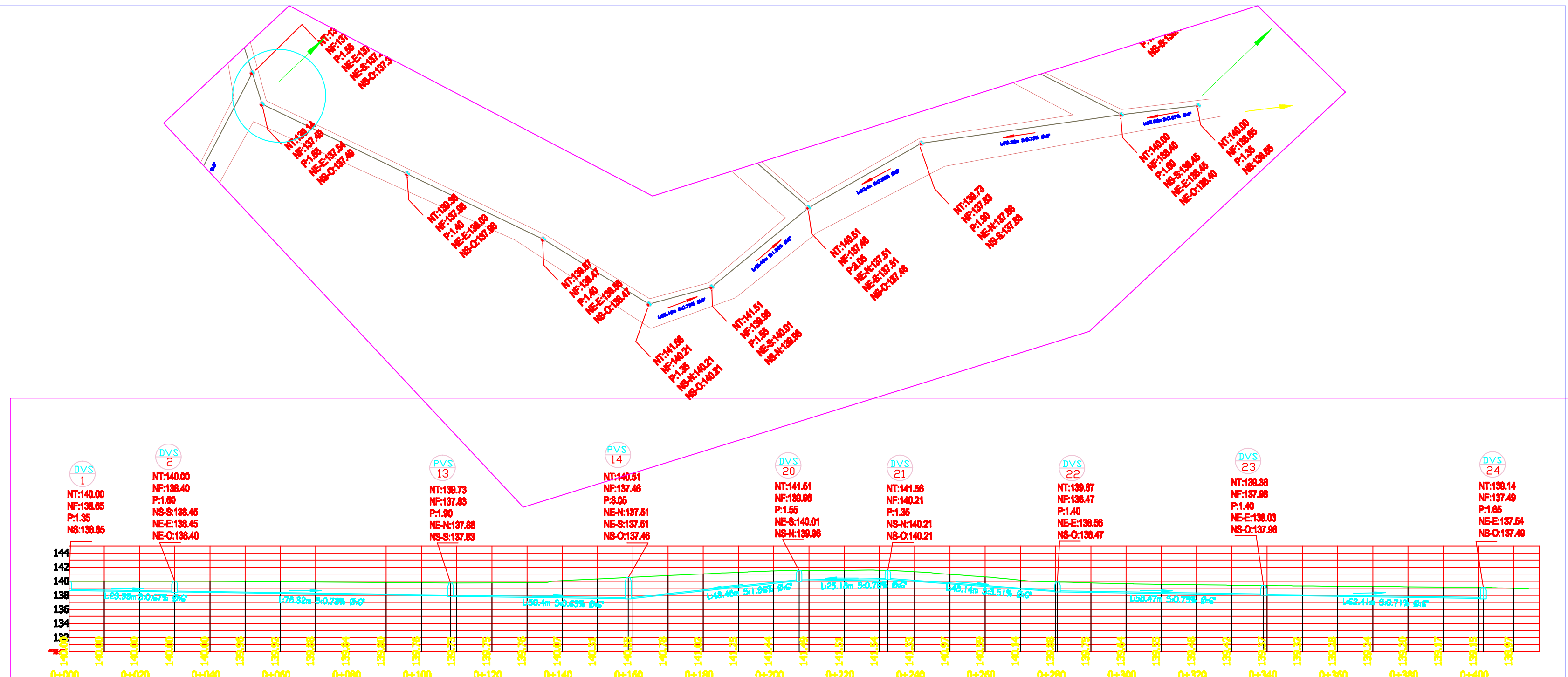


PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

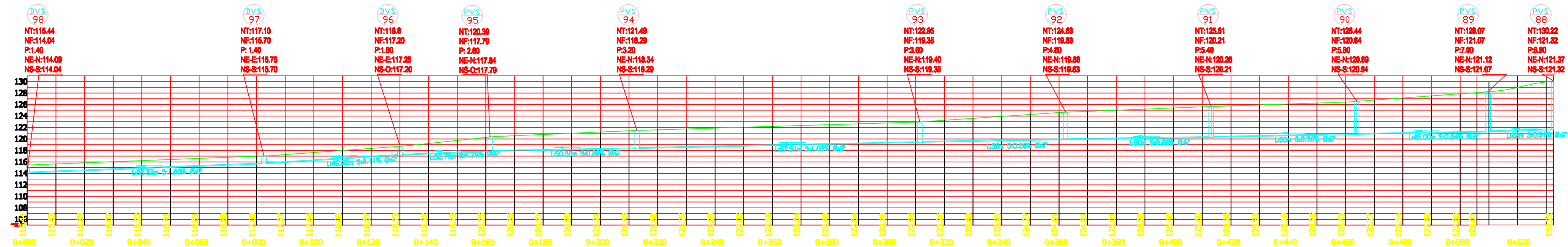
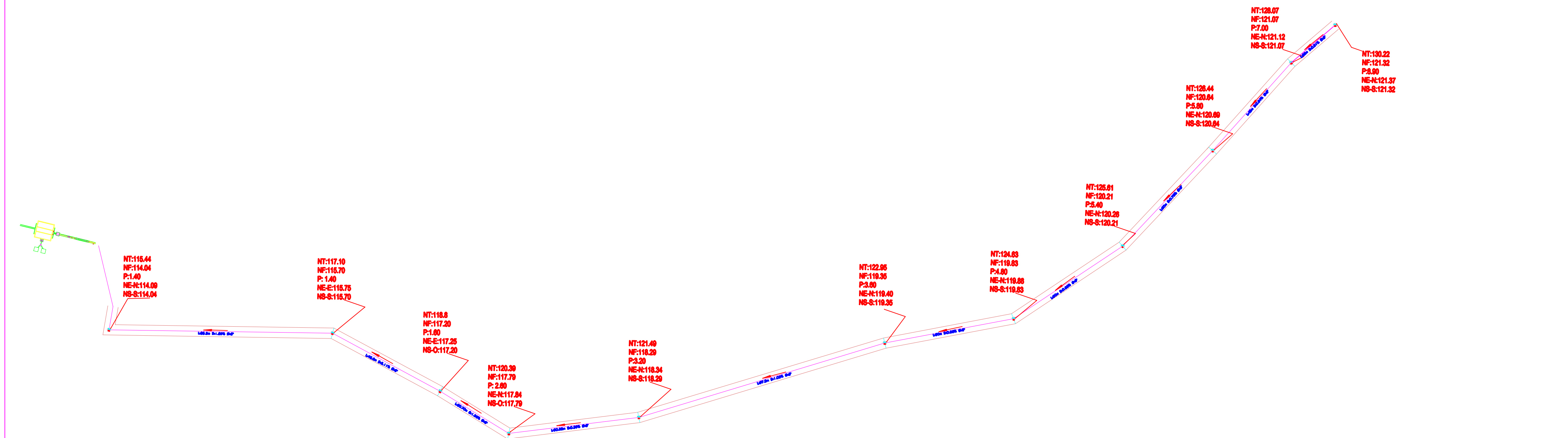
COMUNIDAD: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR	DEPARTAMENTO: MANAGUA	DISEÑADO POR: RAFAEL BLANDON	REVISADO POR: Ing. WILBER PEREZ	HOJA: 7	DE: 9
CONTENIDO: PLANTA PERFIL CALLE 10 Y 12 EMISOR FINAL		MARIA JOSE MEJIA	APROBADO POR: Ing. FREDY RODRIGUEZ	ESCALA: Indicada	CONSECUTIVO: A
		KENIA BARBERENA	Ing. FELIX OROZCO	DEBIDO: Ing. ERVIN BARBERENA	FECHA: MAYO 2011



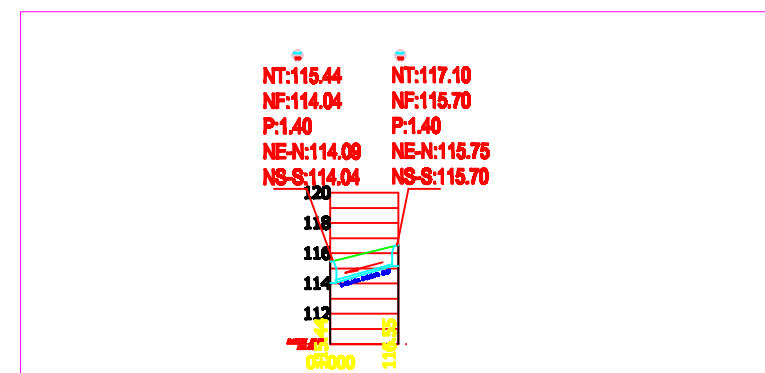
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 10
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



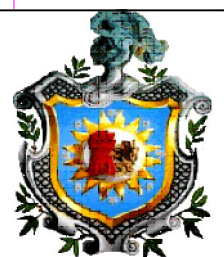
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 12
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



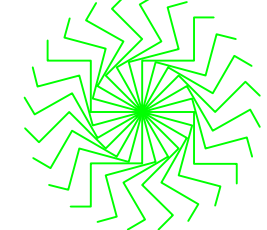
PERFIL LONGITUDINAL EMISOR FINAL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



PERFIL LONGITUDINAL EMISOR FINAL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 1:50



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA

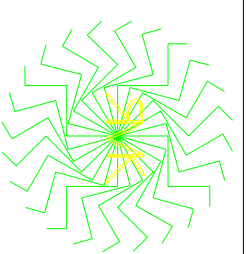


PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

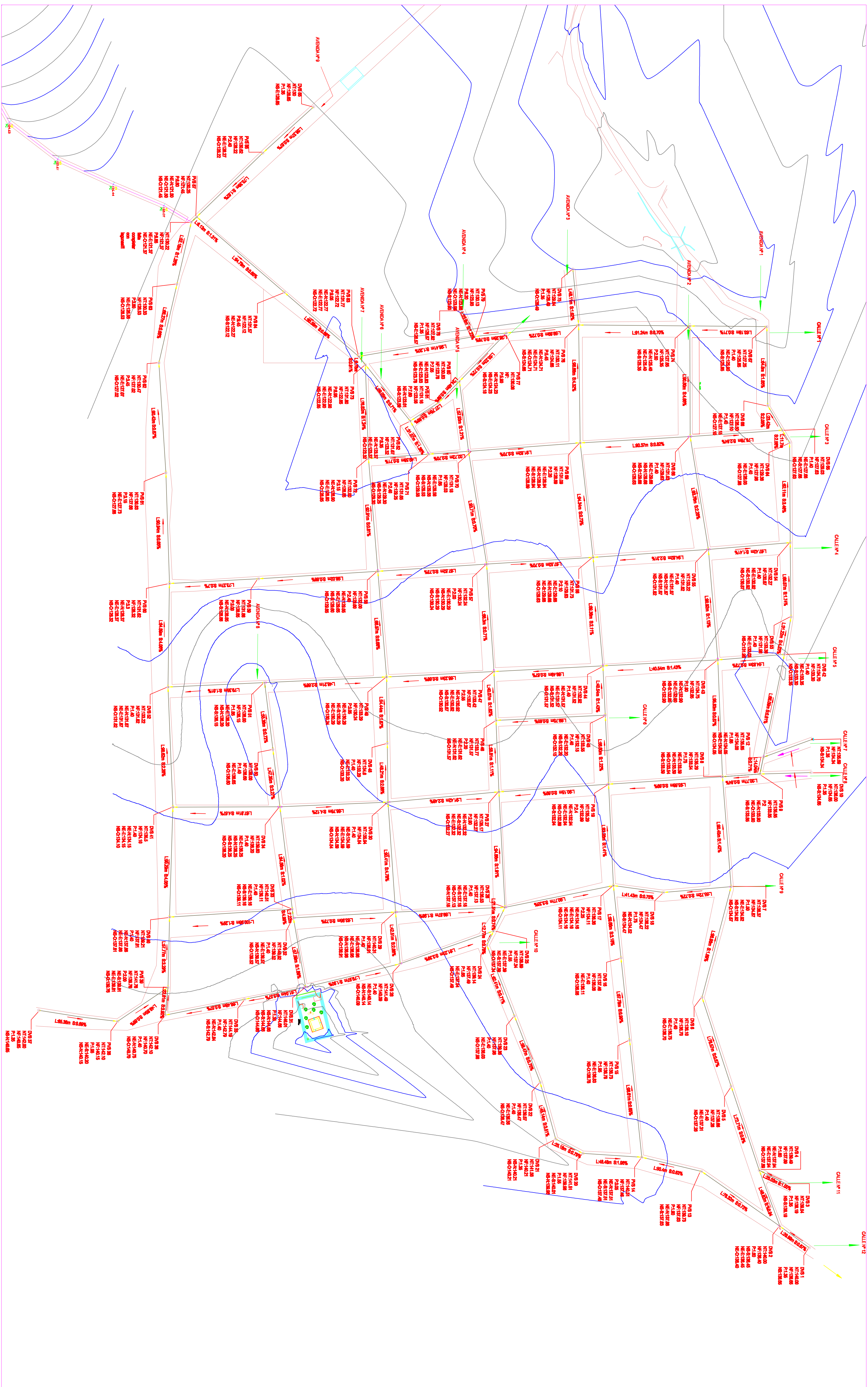
COMUNIDAD: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR	DEPARTAMENTO: MANAGUA	DISEÑADO POR: RAFAEL BLANDON	REVISADO POR: Ing. WILBER PEREZ	HOJA: 7	DE: 9
CONTEIDO: PLANTA PERFIL CALLE 10 Y 12 EMISOR FINAL		MARIA JOSE MEJIA	APROBADO POR: Ing. FREDY RODRIGUEZ	ESCALA: Indicada	CONSECUTIVO: A
		KENIA BARBERENA	Ing. FELIX OROZCO	DEBIDO: Ing. ERVIN BARBERENA	FECHA: MAYO 2011



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE NICARAGUA
UNAN - MANAGUA



PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

[illegible]

Calculos Hidraulicos Comunidad de San Pablo, San Rafael del Sur

Area Total	283922 m2
Poblacion	4236 habitantes
Densidad de Poblacion	0.015 hab/m2
Longitud	7985.47 mtrs
Dotacion	75.00 lts/hab/dia
Q=	3.68 ltrs/s
Qm=	2.94 ltrs/s
Qi=	0.266 ltrs/s
FH=	3.311 3
Qmax=	8.83 ltrs/s
Qcom=	0.21 ltrs/s
Qinst=	0.21 ltrs/s
Qind=	0.06 ltrs/s
Qd=	9.56 ltrs/s
n=	0.009
Ø=	150 mm

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

COLECTORA	SUB-COLECTORA	TRAMO		NIVEL DE TAPA		NIVEL DE CORONA		NIVEL DE INVERT		NIVEL DE COBERTURA		LONGITUD	PENDIENTE		
		DE	HACIA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	mtrs	TERRENO	TUBERIA	S %
Columna 1	Columna 2	Columna 3		msnm		msnm		msnm		Metro		Metro	m/m	m/m	m/m
				Columna 4		Columna 5		Columna 6		Columna 7		Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
A	A1	1	2	140.00	140.00	138.80	138.60	138.65	138.45	1.20	1.40	29.99	0.0000	0.0067	0.67%
		2	4	140.0	139.49	138.55	138.09	138.40	137.94	1.45	1.40	48.82	0.0104	0.0094	0.94%
		3	4	139.54	139.49	138.34	138.09	138.19	137.94	1.20	1.40	25.03	0.0020	0.0100	1.00%
		4	5	139.49	138.66	138.04	137.46	137.89	137.31	1.45	1.20	72.71	0.0114	0.0080	0.80%
		5	6	138.66	138.1	137.41	136.90	137.26	136.75	1.25	1.20	76.57	0.0073	0.0067	0.67%
		6	7	138.10	136.37	136.85	135.07	136.70	134.92	1.25	1.30	93.96	0.0184	0.0189	1.89%
		7	8	136.37	135.29	135.02	133.74	134.87	133.59	1.35	1.55	90.45	0.0119	0.0142	1.42%
		12	42	135.85	134.7	134.20	133.50	134.05	133.35	1.65	1.20	86.09	0.0134	0.0081	0.81%
		11	12	135.69	135.85	134.49	134.20	134.34	134.05	1.20	1.65	43.09	-0.0037	0.0067	0.67%
		12	9	135.85	135.85	134.15	134.05	134.00	133.90	1.70	1.80	14.04	0.0000	0.0071	0.71%
		10	9	136	135.85	134.80	134.05	134.65	133.90	1.20	1.80	42.11	0.0036	0.0178	1.78%
		9	8	135.85	135.29	134.00	133.74	133.85	133.59	1.85	1.55	30.77	0.0182	0.0084	0.84%
	A2	8	43	135.29	134.75	133.69	133.05	133.54	132.90	1.60	1.70	95.83	0.0056	0.0067	0.67%
		42	43	134.7	134.75	133.45	133.05	133.30	132.90	1.25	1.70	54.83	-0.0009	0.0073	0.73%
		2	13	140.00	139.73	138.60	138.03	138.45	137.88	1.40	1.70	78.32	0.0034	0.0073	0.73%
		13	14	139.73	140.51	137.98	137.66	137.83	137.51	1.75	2.85	50.4	-0.0155	0.0063	0.63%
		21	20	141.56	141.51	140.36	140.16	140.21	140.01	1.20	1.35	25.18	0.0020	0.0079	0.79%
		20	14	141.51	140.51	140.11	137.66	139.96	137.51	1.40	2.85	48.48	0.0206	0.0196	1.96%
		14	15	140.51	138.73	137.61	136.98	137.46	136.83	2.90	1.75	96.61	0.0184	0.0065	0.65%
		15	16	138.73	137.46	136.93	136.26	136.78	136.11	1.80	1.20	67.78	0.0187	0.0099	0.99%
		16	17	137.46	136.36	136.21	134.31	136.06	134.16	1.25	2.05	59.66	0.0184	0.0318	3.18%
		7	18	136.37	136.22	135.07	134.67	134.92	134.52	1.30	1.55	55.72	0.0027	0.0072	0.72%
		18	17	136.22	136.36	134.62	134.31	134.47	134.16	1.60	2.05	41.43	-0.0034	0.0075	0.75%
		26	17	138.53	136.36	137.33	134.31	137.18	134.16	1.20	2.05	90.77	0.0239	0.0333	3.33%
	A3	17	19	136.36	135.29	134.26	133.09	134.11	132.94	2.10	2.20	83.26	0.0129	0.0141	1.41%
		8	19	135.29	135.29	133.74	133.09	133.59	132.94	1.55	2.20	93.68	0.0000	0.0069	0.69%
		19	45	135.29	133.55	133.04	132.35	132.89	132.20	2.25	1.20	56.6	0.0307	0.0122	1.22%
		45	44	133.55	132.92	132.30	131.72	132.15	131.57	1.25	1.20	40.54	0.0155	0.0143	1.43%
		43	44	134.75	132.92	133.00	131.72	132.85	131.57	1.75	1.20	94.39	0.0194	0.0136	1.36%
		21	22	141.56	139.87	140.36	138.67	140.21	138.52	1.20	1.20	48.14	0.0351	0.0351	3.51%
		22	23	139.87	139.38	138.62	138.18	138.47	138.03	1.25	1.20	58.47	0.0084	0.0075	0.75%
		23	24	139.38	139.14	138.13	137.69	137.98	137.54	1.25	1.45	62.41	0.0038	0.0071	0.71%
		24	25	139.14	138.89	137.64	137.54	137.49	137.39	1.50	1.35	12.77	0.0196	0.0078	0.78%
		28	25	141.49	138.89	140.29	137.54	140.14	137.39	1.20	1.35	81.23	0.0320	0.0339	3.39%
		25	26	138.89	138.53	137.49	137.33	137.34	137.18	1.40	1.20	21.51	0.0167	0.0074	0.74%
		29	26	140.31	138.53	139.11	137.33	138.96	137.18	1.20	1.20	89.87	0.0198	0.0198	1.98%
		26	27	138.53	135.17	137.28	132.47	137.13	132.32	1.25	2.70	94.86	0.0354	0.0507	5.07%
		19	27	135.29	135.17	133.09	132.47	132.94	132.32	2.20	2.70	90.15	0.0013	0.0069	0.69%
		30	27	135.94	135.17	134.74	132.47	134.59	132.32	1.20	2.70	91.42	0.0084	0.0248	2.48%
		27	46	135.17	133.77	132.42	131.77	132.27	131.62	2.75	2.00	58.81	0.0238	0.0111	1.11%
		45	46	133.55	133.77	132.35	131.77	132.20	131.62	1.20	2.00	89.75	-0.0025	0.0065	0.65%
		46	47	133.77	133.42	131.72	131.07	131.57	130.92	2.05	2.35	40.07	0.0087	0.0162	1.62%
		44	47	132.92	133.42	131.67	131.07	131.52	130.92	1.25	2.35	89.49	-0.0056	0.0067	0.67%

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

COLECTORA	SUB-COLECTORA	TRAMO		NIVEL DE TAPA		NIVEL DE CORONA		NIVEL DE INVERT		NIVEL DE COBERTURA		LONGITUD	PENDIENTE		
		DE	HACIA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	mtrs	TERRENO	TUBERIA	S %
		Columna 3		msnm		msnm		msnm		Metro		Metro	m/m	m/m	m/m
Columna 1	Columna 2			Columna 4		Columna 5		Columna 6		Columna 7		Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
	A4	31	28	146.01	141.49	144.81	140.29	144.66	140.14	1.20	1.20	79.97	0.0565	0.0503	5.03%
		28	29	141.49	140.31	140.24	139.11	140.09	138.96	1.25	1.20	42.51	0.0278	0.0266	2.66%
		32	29	140.92	140.31	139.72	139.11	139.57	138.96	1.20	1.20	83.95	0.0073	0.0073	0.73%
		29	30	140.31	135.94	139.06	134.74	138.91	134.59	1.25	1.20	90.41	0.0483	0.0478	4.78%
		34	30	139.6	135.94	138.40	134.74	138.25	134.59	1.20	1.20	88.76	0.0412	0.0412	4.12%
		30	48	135.94	134.6	134.69	133.40	134.54	133.25	1.25	1.20	48.21	0.0278	0.0268	2.68%
		51	49	138	133.29	136.35	130.44	136.20	130.29	1.65	2.85	100.2	0.0470	0.0696	6.96%
		48	49	134.6	133.29	133.35	130.44	133.20	130.29	1.25	2.85	54.44	0.0241	0.0535	5.35%
		47	49	133.42	133.29	131.02	130.44	130.87	130.29	2.40	2.85	88.23	0.0015	0.0066	0.66%
	A5	57	58	132.24	132	130.44	129.80	130.29	129.65	1.80	2.20	87.52	0.0027	0.0073	0.73%
		49	58	133.29	132	130.39	129.80	130.24	129.65	2.90	2.20	86.97	0.0148	0.0068	0.68%
		31	32	146.01	140.92	144.81	139.72	144.66	139.57	1.20	1.20	57.59	0.0884	0.0189	1.89%
		32	33	140.92	140.51	139.67	139.31	139.52	139.16	1.25	1.20	7.22	0.0568	0.0499	4.99%
		33	34	140.51	139.6	139.26	138.40	139.11	138.25	1.25	1.20	84.56	0.0108	0.0102	1.02%
	A6	34	50	139.6	138	138.35	136.80	138.20	136.65	1.25	1.20	47.35	0.0338	0.0327	3.27%
		50	51	138	138	136.75	136.35	136.60	136.20	1.25	1.65	55.36	0.0000	0.0072	0.72%
		31	35	146.01	144.19	144.81	142.99	144.66	142.84	1.20	1.20	51.04	0.0357	0.0357	3.57%
		35	36	144.19	142.1	142.94	140.90	142.79	140.75	1.25	1.20	66.48	0.0314	0.0307	3.07%
		36	39	142.1	141.76	140.85	139.96	140.70	139.81	1.25	1.80	22.81	0.0149	0.0390	3.90%
		37	38	142	142.1	140.80	140.35	140.65	140.20	1.20	1.75	65.38	-0.0015	0.0069	0.69%
		38	39	142.1	141.76	140.30	139.96	140.15	139.81	1.80	1.80	49.85	0.0068	0.0068	0.68%
		39	40	141.76	139.21	139.91	138.01	139.76	137.86	1.85	1.20	57.77	0.0441	0.0329	3.29%
		33	40	140.51	139.21	139.31	138.01	139.16	137.86	1.20	1.20	100.96	0.0129	0.0129	1.29%
		40	41	139.21	135.5	137.96	134.30	137.81	134.15	1.25	1.20	90.29	0.0411	0.0405	4.05%
		34	41	139.6	135.5	138.40	134.30	138.25	134.15	1.20	1.20	87.81	0.0467	0.0467	4.67%
		41	52	135.5	133.22	134.25	132.02	134.10	131.87	1.25	1.20	98.62	0.0231	0.0226	2.26%
		51	52	138	133.22	136.30	132.02	136.15	131.87	1.70	1.20	79.35	0.0602	0.0539	5.39%
		52	60	133.22	131.62	131.97	128.52	131.82	128.37	1.25	3.10	84.89	0.0188	0.0406	4.06%
		58	59	132	131.88	129.75	129.08	129.60	128.85	2.25	2.80	98.02	0.0012	0.0068	0.68%
		59	60	131.88	131.62	129.03	128.52	128.88	128.37	2.85	3.10	73.27	0.0035	0.0070	0.70%
		60	61	131.62	130.83	128.47	127.88	128.32	127.73	3.15	2.95	90.94	0.0087	0.0065	0.65%
		61	62	130.83	130.47	127.83	127.22	127.68	127.07	3.00	3.25	90.42	0.0040	0.0067	0.67%
		62	63	130.47	130.33	127.17	126.73	127.02	126.58	3.30	3.60	66.27	0.0021	0.0066	0.66%
		63	88	130.33	130.22	126.68	121.52	126.53	121.37	3.65	8.70	52.18	0.0021	0.0126	1.26%
	B1	42	53	134.7	133.38	133.50	132.18	133.35	132.03	1.20	1.20	31.22	0.0423	0.0423	4.23%
		53	54	133.38	132.27	132.13	131.07	131.98	130.92	1.25	1.20	60.87	0.0182	0.0174	1.74%
		55	54	133.22	132.27	132.02	131.07	131.87	130.92	1.20	1.20	67.42	0.0141	0.0141	1.41%
		54	64	132.27	129.38	131.02	128.18	130.87	128.03	1.25	1.20	82.11	0.0352	0.0346	3.46%
		64	65	129.38	129.03	128.13	127.83	127.98	127.68	1.25	1.20	11.7	0.0299	0.0256	2.56%
		68	65	131.03	129.03	129.83	127.83	129.68	127.68	1.20	1.20	75.78	0.0264	0.0264	2.64%
		65	66	129.03	128.5	127.78	127.30	127.63	127.15	1.25	1.20	23.42	0.0226	0.0205	2.05%
	B2	66	67	128.5	127.25	127.25	126.05	127.10	125.90	1.25	1.20	64.8	0.0193	0.0185	1.85%
		43	55	134.75	133.22	133.05	132.02	132.90	131.87	1.70	1.20	90.92	0.0168	0.0113	1.13%
		55	68	133.22	131.03	131.97	129.83	131.82	129.68	1.25	1.20	93.76	0.0234	0.0228	2.28%
		68	74	131.03	127.85	129.78	125.55	129.63	125.40	1.25	2.30	90.8	0.0350	0.0466	4.66%
		67	74	127.25	127.85	126.00	125.55	125.85	125.40	1.25	2.30	63.18	-0.0095	0.0071	0.71%

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

COLECTORA	SUB-COLECTORA	TRAMO		NIVEL DE TAPA		NIVEL DE CORONA		NIVEL DE INVERT		NIVEL DE COBERTURA		LONGITUD	PENDIENTE		
		DE	HACIA	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	mtrs	TERRENO	TUBERIA	S %
Columna 1	Columna 2	Columna 3		msnm		msnm		msnm		Metro		Metro	m/m	m/m	m/m
				Columna 4		Columna 5		Columna 6		Columna 7		Col. 8	Col. 9	Col. 10	Col. 11
B	B3	44	56	132.92	131.73	131.72	129.83	131.52	129.68	1.20	1.90	89.38	0.0133	0.0211	2.11%
		55	56	133.22	131.73	132.02	129.83	131.87	129.68	1.20	1.90	94.82	0.0157	0.0231	2.31%
		57	56	132.24	131.73	130.44	129.83	130.29	129.68	1.80	1.90	87.52	0.0058	0.0070	0.70%
		56	69	131.73	131.09	129.78	129.09	129.63	128.94	1.95	2.00	94.34	0.0068	0.0073	0.73%
		68	69	131.03	131.09	129.83	129.09	129.68	128.94	1.20	2.00	90.37	-0.0007	0.0082	0.82%
		70	69	131.18	131.09	129.73	129.09	129.58	128.94	1.45	2.00	91.86	0.0010	0.0070	0.70%
		69	76	131.09	130.11	129.04	124.86	128.89	124.71	2.05	5.25	96.66	0.0101	0.0432	4.32%
		75	76	129.84	130.11	128.64	124.86	128.49	124.71	1.20	5.25	48.11	-0.0056	0.0162	1.62%
		74	76	127.85	130.11	125.50	124.86	125.35	124.71	2.35	5.25	91.24	-0.0248	0.0070	0.70%
	B4	47	57	133.42	132.24	131.07	130.44	130.92	130.29	2.35	1.80	88.3	0.0134	0.0071	0.71%
		57	70	132.24	131.18	130.39	129.73	130.24	129.58	1.85	1.45	93.71	0.0113	0.0070	0.70%
		70	80	131.18	130.83	129.68	123.98	126.03	123.83	1.50	6.85	57.93	0.0060	0.0121	1.21%
		77	80	130.08	130.83	124.38	123.98	124.23	123.83	5.70	6.85	55.22	-0.0136	0.0072	0.72%
		76	77	130.11	130.08	124.81	124.38	124.66	124.23	5.30	5.70	59.69	0.0005	0.0072	0.72%
		77	79	130.08	130.13	124.33	124.13	124.18	123.98	5.75	6.00	26.28	-0.0019	0.0076	0.76%
		78	79	127.92	130.13	126.72	124.13	126.57	123.98	1.20	6.00	23.6	-0.0936	0.0123	1.23%
		80	81	130.83	131.16	123.93	123.76	123.78	123.61	6.90	7.40	24.48	-0.0135	0.0069	0.69%
		81	82	131.16	131.67	123.71	123.52	123.56	123.37	7.45	8.15	27.76	-0.0184	0.0068	0.68%
		70	71	131.18	131.65	129.68	129.45	129.53	129.30	1.50	2.20	32.72	-0.0144	0.0070	0.70%
		71	82	131.65	131.67	129.45	123.52	129.30	123.37	2.20	8.15	31.07	-0.0006	0.0138	1.38%
		58	72	132	132	129.80	129.05	129.85	128.90	2.20	2.95	92.91	0.0000	0.0081	0.81%
		71	72	131.65	132	129.40	129.05	129.25	128.90	2.25	2.95	49.58	-0.0071	0.0071	0.71%
		82	73	131.67	131.8	123.47	123.05	123.32	122.90	8.20	8.75	59.05	-0.0022	0.0071	0.71%
		72	73	132	131.8	129.00	123.05	128.85	122.90	3.00	8.75	76.82	0.0026	0.0124	1.24%
		73	83	131.8	131.77	123.00	122.92	122.85	122.77	8.80	8.85	8.78	0.0034	0.0091	0.91%
		79	83	130.13	131.77	124.08	122.92	123.93	122.77	6.05	8.85	96.41	-0.0170	0.0120	1.20%
		83	84	131.77	131.57	122.87	122.32	122.72	122.17	8.90	9.25	80.59	0.0025	0.0068	0.68%
		84	87	131.57	130.25	122.27	121.65	122.12	121.50	9.30	8.60	94.79	0.0139	0.0065	0.65%
C	C1	85	86	130	130.62	128.80	128.42	128.65	128.27	1.20	2.20	56.37	-0.0110	0.0067	0.67%
		86	87	130.62	130.25	128.37	121.65	128.22	121.50	2.25	8.60	75.38	0.0049	0.0162	1.62%
		87	88	130.25	130.22	121.60	121.52	121.45	121.37	8.65	8.70	6.13	0.0049	0.0131	1.31%
EMISARIO FINAL		88	89	130.22	128.07	121.47	121.27	121.32	121.12	8.75	6.8	22.00	0.0977	0.0091	0.91
		89	90	128.07	126.44	121.22	120.84	121.07	120.69	6.85	5.6	45.00	0.0362	0.0084	0.84
		90	91	126.44	125.61	120.79	120.41	120.64	120.26	5.65	5.2	50.00	0.0166	0.0076	0.76
		91	92	125.61	124.63	120.36	120.03	120.21	119.88	5.25	4.6	50.00	0.0196	0.0066	0.66
		92	93	124.63	122.95	119.98	119.55	119.83	119.4	4.65	3.4	50.00	0.0336	0.0086	0.86
		93	94	122.95	121.49	119.5	118.49	119.35	118.34	3.45	3	97.90	0.0149	0.0103	1.03
		94	95	121.49	120.39	118.44	117.99	118.29	117.84	3.05	2.4	50.39	0.0218	0.0089	0.89
		95	96	120.39	118.8	117.94	117.4	117.79	117.25	2.45	1.4	30.70	0.0518	0.0176	1.76
		96	97	118.8	117.1	117.35	115.9	117.20	115.75	1.45	1.2	46.60	0.0365	0.0311	3.11
		97	98	117.1	115.44	115.85	114.24	115.70	114.09	1.25	1.2	85.30	0.0195	0.0189	1.89
		98	Medidor	115.44	116.56	114.19	114.06	114.04	113.91	1.25	2.5	9.00	-0.1244	0.0144	1.44

Densidad

COLECTORA	SUB-COLECTORA	PROFUNDIDAD	LONGITUD	AREAS	POBLACION	Factor de Harmmon		CAUDALES					
		PVS	TUBERIA	Metro2	Habitantes	Calculado	Asumido	Q med	Qmax	Qi	Qesp.	Qd	Qac
		Metro	Metro					l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
		Col. 12	Col. 13					Col. 14	Col. 15	Col. 16		Col 17	Col. 18
A	A1	1.35	29.99	451.68	7	4.430	3	0.0047	0.0140	0.0010	0.0007	0.0158	0.0158
		1.60	48.82	504.24	8	4.426	3	0.0052	0.0157	0.0016	0.0008	0.0181	0.0339
		1.35	25.03	268.2	4	4.446	3	0.0028	0.0083	0.0008	0.0004	0.0096	0.0096
		1.60	72.71	1479.48	22	4.375	3	0.0153	0.0460	0.0024	0.0025	0.0509	0.0944
		1.40	76.57	1610.5	24	4.369	3	0.0167	0.0501	0.0026	0.0027	0.0553	0.1497
		1.40	93.98	851.18	13	4.404	3	0.0088	0.0265	0.0031	0.0014	0.0310	0.1807
		1.50	90.46	3300.86	49	4.316	3	0.0342	0.1026	0.0030	0.0055	0.1111	0.2918
		1.85	86.09	905.22	14	4.401	3	0.0094	0.0281	0.0029	0.0015	0.0325	0.0325
		1.35	43.09	169.5	3	4.457	3	0.0018	0.0053	0.0014	0.0003	0.0070	0.0070
		1.85	14.04	128.71	2	4.462	3	0.0013	0.0040	0.0005	0.0002	0.0047	0.0117
		1.35	42.12	189.52	3	4.454	3	0.0020	0.0059	0.0014	0.0003	0.0076	0.0076
		2.00	30.77	556.82	8	4.422	3	0.0058	0.0173	0.0010	0.0009	0.0193	0.0385
		1.75	95.83	2331.01	35	4.344	3	0.0242	0.0725	0.0032	0.0039	0.0795	0.4098
		1.40	54.83	1991.93	30	4.355	3	0.0206	0.0619	0.0018	0.0033	0.0670	0.0996
		1.60	78.32	4073.66	61	4.297	3	0.0422	0.1266	0.0026	0.0068	0.1360	0.1360
	A2	1.90	50.40	4242.81	63	4.293	3	0.0440	0.1319	0.0017	0.0070	0.1406	0.2766
		1.35	25.18	2319.4	35	4.344	3	0.0240	0.0721	0.0008	0.0038	0.0768	0.0768
		1.55	48.54	3867.77	58	4.302	3	0.0401	0.1202	0.0016	0.0064	0.1282	0.2050
		3.05	96.61	3349.68	50	4.315	3	0.0347	0.1041	0.0032	0.0056	0.1129	0.5945
		1.95	67.78	2365.54	35	4.343	3	0.0245	0.0735	0.0023	0.0039	0.0797	0.6742
		1.40	59.69	1889.45	28	4.359	3	0.0196	0.0587	0.0020	0.0031	0.0639	0.7380
		1.50	55.72	3042.1	45	4.323	3	0.0315	0.0946	0.0019	0.0050	0.1015	0.1015
		1.75	41.43	1164.43	17	4.388	3	0.0121	0.0362	0.0014	0.0019	0.0395	0.1410
		1.40	90.82	5179.21	77	4.273	3	0.0537	0.1610	0.0030	0.0086	0.1726	0.1726
		2.25	83.27	2682.01	40	4.333	3	0.0278	0.0834	0.0028	0.0044	0.0906	1.1422
		1.75	93.68	3390.59	51	4.314	3	0.0351	0.1054	0.0031	0.0056	0.1141	0.1141
		2.40	56.60	2710.15	40	4.332	3	0.0281	0.0842	0.0019	0.0045	0.0906	1.3469
		1.40	40.54	1216.15	18	4.386	3	0.0126	0.0378	0.0014	0.0020	0.0412	1.3881
		1.90	94.40	3468.29	52	4.312	3	0.0359	0.1078	0.0031	0.0057	0.1167	0.6261
		A3	1.35	48.17	1810.34	27	4.362	3	0.0188	0.0563	0.0016	0.0030	0.0609
	1.40		58.47	2435.9	36	4.341	3	0.0252	0.0757	0.0019	0.0040	0.0817	0.1426
	1.40		62.41	2681	40	4.333	3	0.0278	0.0833	0.0021	0.0044	0.0899	0.2324
	1.65		12.77	547.87	8	4.423	3	0.0057	0.0170	0.0004	0.0009	0.0184	0.2508
	1.40		81.28	485.5	7	4.427	3	0.0050	0.0151	0.0027	0.0008	0.0186	0.0186
	1.55		21.51	758.07	11	4.409	3	0.0079	0.0236	0.0007	0.0013	0.0255	0.2949
	1.40		89.89	1924.3	29	4.358	3	0.0199	0.0598	0.0030	0.0032	0.0660	0.0660
	1.40		94.98	3468.82	52	4.312	3	0.0359	0.1078	0.0032	0.0058	0.1167	0.4777
	2.40		90.15	2465.29	37	4.340	3	0.0255	0.0766	0.0030	0.0041	0.0837	0.0837
	1.40		91.45	3627.69	54	4.308	3	0.0376	0.1128	0.0030	0.0060	0.1218	0.1218
	2.90		58.81	2000.67	30	4.355	3	0.0207	0.0622	0.0020	0.0033	0.0675	0.7507
	1.40		89.75	1563.81	23	4.371	3	0.0162	0.0486	0.0030	0.0026	0.0542	0.0542
	2.20		40.08	1356.49	20	4.380	3	0.0141	0.0422	0.0013	0.0022	0.0457	0.8506
	1.40	89.49	2158.86	32	4.350	3	0.0224	0.0671	0.0030	0.0036	0.0737	2.0878	

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

COLECTORA	SUB-COLECTORA	PROFUNDIDAD	LONGITUD	AREAS	POBLACION	Factor de Harmmon		CAUDALES					
		PVS	TUBERIA	Metro2	Habitantes	Calculado	Asumido	Q med	Qmax	Qi	Qesp.	Qd	Qac
		Metro	Metro					l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Columna 1	Columna 2	Col. 12	Col. 13	Col. 14	Col. 15	Col. 16		Col 17	Col. 18	Col. 19	Col 20	Col. 21	Col. 22
	A4	1.35	80.10	1338.84	20	4.381	3	0.0139	0.0416	0.0027	0.0022	0.0465	0.0465
		1.40	42.53	1253.37	19	4.384	3	0.0130	0.0390	0.0014	0.0021	0.0425	0.0890
		1.40	83.95	2050.87	31	4.353	3	0.0212	0.0637	0.0028	0.0034	0.0699	0.0699
		1.40	90.51	3069.08	46	4.322	3	0.0318	0.0954	0.0030	0.0051	0.1035	0.2624
		1.40	88.84	3347.2	50	4.315	3	0.0347	0.1040	0.0030	0.0055	0.1125	0.1125
		1.40	48.23	1826.65	27	4.361	3	0.0189	0.0568	0.0016	0.0030	0.0614	0.4364
		1.85	100.37	3755.87	56	4.304	3	0.0389	0.1167	0.0033	0.0062	0.1936	0.1566
		1.40	54.52	1857.8	28	4.360	3	0.0192	0.0577	0.0018	0.0031	0.0626	0.4990
		2.55	88.23	3238.6	48	4.318	3	0.0336	0.1007	0.0029	0.0054	0.1090	3.0474
		2.00	87.52	3322.52	50	4.315	4	0.0344	0.1377	0.0029	0.0055	0.1461	0.1461
		3.05	86.97	4725.88	71	4.282	3	0.0490	0.1469	0.0029	0.0078	0.1576	3.7041
	A5	1.35	57.81	2015.35	30	4.355	3	0.0209	0.0626	0.0019	0.0033	0.0679	0.0679
		1.40	7.23	132.91	2	4.461	3	0.0014	0.0041	0.0002	0.0002	0.0046	0.0725
		1.40	84.56	2818.33	42	4.329	3	0.0292	0.0876	0.0028	0.0047	0.0951	0.1676
		1.40	47.38	1699.51	25	4.366	3	0.0176	0.0528	0.0016	0.0028	0.0572	0.2248
	A6	1.40	55.36	1796.74	27	4.362	3	0.0186	0.0558	0.0018	0.0030	0.0607	0.2855
		1.35	51.07	1288.24	19	4.383	3	0.0133	0.0400	0.0017	0.0021	0.0439	0.0439
		1.40	66.51	1739.12	26	4.365	3	0.0180	0.0541	0.0022	0.0029	0.0592	0.1030
		1.40	22.83	538.79	8	4.423	3	0.0056	0.0167	0.0008	0.0009	0.0184	0.1214
		1.35	65.38	3300.02	49	4.316	3	0.0342	0.1026	0.0022	0.0055	0.1102	0.1102
		1.95	49.85	3200.87	48	4.319	3	0.0332	0.0995	0.0017	0.0053	0.1065	0.2167
		2.00	57.80	2261.46	34	4.346	3	0.0234	0.0703	0.0019	0.0037	0.0760	0.4141
		1.40	100.97	2983.24	45	4.325	3	0.0309	0.0927	0.0034	0.0049	0.1010	0.1010
		1.40	90.36	3332.5	50	4.315	3	0.0345	0.1036	0.0030	0.0055	0.1121	0.6272
		1.40	87.91	3179.83	47	4.319	3	0.0329	0.0988	0.0029	0.0053	0.1070	0.1070
		1.40	98.65	3115.42	46	4.321	3	0.0323	0.0968	0.0033	0.0052	0.1053	0.8396
		1.85	79.47	2905.44	43	4.327	3	0.0301	0.0903	0.0026	0.0048	0.1658	0.4143
		1.40	84.96	4764.07	71	4.281	3	0.0494	0.1481	0.0028	0.0079	0.1588	1.4127
		2.40	98.02	7996.6	119	4.222	3	0.0829	0.2486	0.0033	0.0133	0.2651	4.1153
		3.00	73.27	6488.63	97	4.247	3	0.0672	0.2017	0.0024	0.0108	0.2149	4.3301
		3.30	90.94	5707.83	85	4.262	3	0.0591	0.1774	0.0030	0.0095	0.1899	5.9327
		3.15	90.42	5745.53	86	4.261	3	0.0595	0.1786	0.0030	0.0095	0.1911	6.1238
		3.45	66.27	4869.65	73	4.279	3	0.0505	0.1514	0.0022	0.0081	0.1616	6.2855
		3.80	52.43	4026.45	60	4.298	3	0.0417	0.1252	0.0017	0.0067	0.1336	6.4190
B1	1.40	31.25	923.62	14	4.400	3	0.0096	0.0287	0.0010	0.0015	0.0313	0.0313	
	1.40	60.88	1307.48	20	4.382	3	0.0135	0.0406	0.0020	0.0022	0.0448	0.0761	
	1.40	67.43	2197.26	33	4.348	3	0.0228	0.0683	0.0022	0.0036	0.0742	0.0742	
	1.40	82.16	1814.52	27	4.362	3	0.0188	0.0564	0.0027	0.0030	0.0621	0.2125	
	1.40	11.70	578.94	9	4.421	3	0.0060	0.0180	0.0004	0.0010	0.0193	0.2318	
	1.40	75.81	2833.28	42	4.329	3	0.0294	0.0881	0.0025	0.0047	0.0953	0.0953	
	1.40	23.42	193.34	3	4.454	3	0.0020	0.0060	0.0008	0.0003	0.0071	0.3342	
	1.40	64.81	1595.62	24	4.370	3	0.0165	0.0496	0.0022	0.0026	0.0544	0.3886	
	B2	1.90	90.93	2764.34	41	4.331	3	0.0286	0.0859	0.0030	0.0046	0.0935	0.0935
		1.40	93.78	2893.47	43	4.327	3	0.0300	0.0899	0.0031	0.0048	0.0979	0.1914
1.40		90.90	2542.94	38	4.337	3	0.0263	0.0790	0.0030	0.0042	0.0863	0.2777	
1.40		63.18	1043.4	16	4.394	3	0.0108	0.0324	0.0021	0.0017	0.0363	0.4249	

COLECTORA	SUB-COLECTORA	PROFUNDIDAD	LONGITUD	AREAS	POBLACION	Factor de Harmmon		CAUDALES						
		PVS	TUBERIA	Metro2	Habitantes	Calculado	Asumido	Q med	Qmax	Qi	Qesp.	Qd	Qac	
		Metro	Metro					I/s	I/s	I/s	I/s	I/s	I/s	
Columna 1	Columna 2	Col. 12	Col. 13	Col. 14	Col. 15	Col. 16		Col 17	Col. 18	Col. 19	Col 20	Col. 21	Col. 22	
B	B3	1.40	89.40	3248.17	48	4.317	3	0.0337	0.1010	0.0030	0.0054	0.1093	0.1093	
		1.40	94.85	3386.78	51	4.314	3	0.0351	0.1053	0.0032	0.0056	0.1140	0.1140	
		2.00	87.52	3045.75	45	4.323	4	0.0316	0.1262	0.0029	0.0050	0.1342	0.1342	
		2.10	94.34	3334.75	50	4.315	3	0.0346	0.1037	0.0031	0.0055	0.1123	0.4699	
		1.40	90.37	3199.94	48	4.319	3	0.0332	0.0995	0.0030	0.0053	0.1078	0.1078	
		1.65	91.86	3461	52	4.312	4	0.0359	0.1434	0.0031	0.0057	0.1522	0.1522	
		2.20	96.75	3443.2	51	4.312	3	0.0357	0.1070	0.0032	0.0057	0.1160	0.8459	
		1.35	48.26	2464.98	37	4.340	3	0.0255	0.0766	0.0016	0.0041	0.0823	0.0823	
	B4	2.50	91.24	3222.46	48	4.318	3	0.0334	0.1002	0.0030	0.0053	0.1085	0.8111	
		2.55	88.30	3051.23	46	4.323	3	0.0316	0.0948	0.0029	0.0051	0.1028	0.1028	
		2.00	93.71	3187.94	48	4.319	3	0.0330	0.0991	0.0031	0.0053	0.1075	0.2103	
		1.65	58.21	1372.55	20	4.379	3	0.0142	0.0427	0.0019	0.0023	0.0469	0.0469	
		5.90	55.22	1407	21	4.378	3	0.0146	0.0437	0.0018	0.0023	0.0479	0.0479	
		5.45	59.69	1310.57	20	4.382	3	0.0136	0.0407	0.0020	0.0022	0.0449	1.7842	
		5.90	26.28	303.41	5	4.442	3	0.0031	0.0094	0.0009	0.0005	0.0108	1.7950	
		1.35	23.74	484.34	7	4.427	3	0.0050	0.0151	0.0008	0.0008	0.0166	0.0166	
		7.05	24.48	327.63	5	4.440	3	0.0034	0.0102	0.0008	0.0005	0.0115	0.1063	
		7.60	27.76	435.82	7	4.431	3	0.0045	0.0135	0.0009	0.0007	0.0152	0.1215	
		1.65	32.72	700.1	10	4.413	3	0.0073	0.0218	0.0011	0.0012	0.0240	0.2344	
		2.40	31.63	432.15	6	4.431	3	0.0045	0.0134	0.0011	0.0007	0.0152	0.0152	
		2.40	92.91	4513.77	67	4.287	3	0.0468	0.1403	0.0031	0.0075	0.1509	0.1509	
		2.40	49.58	1373.59	20	4.379	3	0.0142	0.0427	0.0017	0.0023	0.0466	0.2810	
		8.35	59.05	1267.95	19	4.384	3	0.0131	0.0394	0.0020	0.0021	0.0435	0.1802	
		3.15	77.05	2526.8	38	4.338	3	0.0262	0.0785	0.0026	0.0042	0.0853	0.5172	
		8.95	8.78	255.05	4	4.447	3	0.0026	0.0079	0.0003	0.0004	0.0086	0.7060	
		6.20	96.42	1463.76	22	4.375	3	0.0152	0.0455	0.0032	0.0024	0.0511	1.8628	
		9.05	80.59	5341.84	80	4.269	3	0.0553	0.1660	0.0027	0.0089	0.1776	2.7463	
		9.45	94.79	5467.72	82	4.267	3	0.0567	0.1700	0.0032	0.0091	0.1822	2.9285	
C	C1	1.35	56.37	3109.89	46	4.321	3	0.0322	0.0967	0.0019	0.0052	0.1037	0.1037	
		2.40	75.68	3210.5	48	4.318	3	0.0333	0.0998	0.0025	0.0053	0.1076	0.2113	
		8.80	6.13	205.18	3	4.452	3	0.0021	0.0064	0.0002	0.0003	0.0069	3.1468	
EMISARIO FINAL		8.90	22.00			4.500	3						9.566	
		7.00	45.00			4.500	3						9.566	
		5.80	50.00			4.500	3						9.566	
		5.40	50.00			4.500	3						9.566	
		4.80	50.00			4.500	3						9.566	
		3.60	97.91			4.500	3						9.566	
		3.20	50.39			4.500	3						9.566	
		2.60	30.70			4.500	3						9.566	
		1.60	46.62			4.500	3						9.566	
		1.40	85.32			4.500	3						9.566	
		1.40	9.00			4.500	3						9.566	

Densidad

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

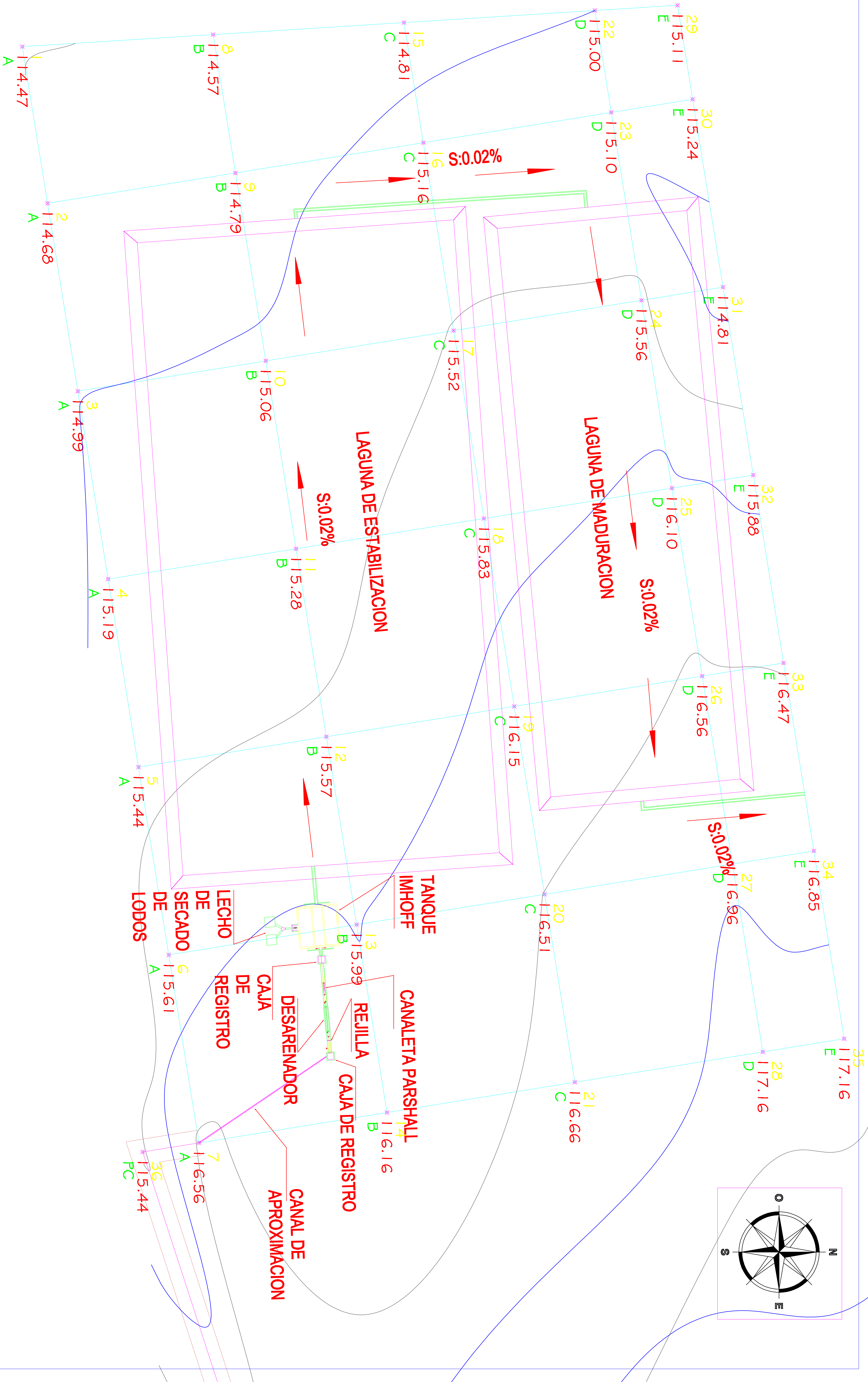
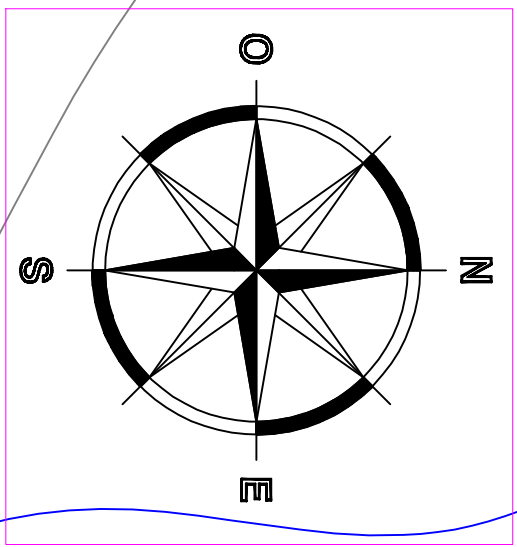
COLECTORA	SUB- COLECTORA	CONDICION DE TUBO LLENO					RELACIONES DE CAUDALES					VALORES DE PARAMETRO							
		Qlleno	DIAMETRO	AREA	RH	V	q/Q	y/D	r/R	a/A	v/V	y		r	a	v	τ	F	
		I/s	Milimetros	Metros2	Metros	m/s						Metro		Metro	Metro	m/s	Pascal		
		Col. 23	Col. 24	Col. 25	Col. 26	Col. 27						Col. 28	Col. 29	Col. 30	Col. 31	Col. 32	Col. 33	Col. 34	Col. 35
A	A1	17.964	150.000	0.018	0.0375	1.0166	0.0835	0.1953	0.4723	0.1373	0.6067	0.029	19.53%	0.0177	0.0024	0.6168	1.1575	1.0610	Supercritico
		21.353	150.000	0.018	0.0375	1.2083	0.0702	0.1794	0.4374	0.1214	0.5740	0.027	17.94%	0.0164	0.0021	0.6936	1.5146	1.2416	Supercritico
		21.985	150.000	0.018	0.0375	1.2441	0.0682	0.1769	0.4318	0.1194	0.5718	0.027	17.69%	0.016	0.0021	0.7114	1.5850	1.2119	Supercritico
		19.647	150.000	0.018	0.0375	1.1118	0.0763	0.1869	0.4538	0.1289	0.5932	0.028	18.69%	0.017	0.0023	0.6595	1.3303	1.2295	Supercritico
		17.953	150.000	0.018	0.0375	1.0159	0.0836	0.1954	0.4726	0.1374	0.6069	0.029	19.54%	0.018	0.0024	0.6166	1.1568	1.1473	Supercritico
		30.278	150.000	0.018	0.0375	1.7134	0.0495	0.1513	0.3746	0.0953	0.5196	0.023	15.13%	0.014	0.0017	0.8903	2.6080	1.7677	Supercritico
		26.169	150.000	0.018	0.0375	1.4809	0.0573	0.1624	0.3999	0.1054	0.5429	0.024	16.24%	0.015	0.0019	0.8040	2.0797	1.6959	Supercritico
		19.836	150.000	0.018	0.0375	1.1225	0.0756	0.1860	0.4520	0.1280	0.5890	0.028	18.60%	0.017	0.0023	0.6611	1.3506	1.2173	Supercritico
		18.047	150.000	0.018	0.0375	1.0212	0.0831	0.1945	0.4712	0.1369	0.6058	0.029	19.45%	0.018	0.0024	0.6187	1.1654	1.0068	Supercritico
		18.565	150.000	0.018	0.0375	1.0506	0.0808	0.1922	0.4655	0.1342	0.6005	0.029	19.22%	0.017	0.0024	0.6309	1.2185	0.9810	Subcritico
		29.358	150.000	0.018	0.0375	1.6613	0.0511	0.1537	0.3802	0.0977	0.5244	0.023	15.37%	0.014	0.0017	0.8712	2.4885	1.5880	Supercritico
		20.221	150.000	0.018	0.0375	1.1443	0.0742	0.1843	0.4494	0.1255	0.5857	0.028	18.43%	0.017	0.0022	0.6702	1.3955	1.1785	Supercritico
		17.977	150.000	0.018	0.0375	1.0173	0.0834	0.1952	0.4721	0.1372	0.6064	0.029	19.52%	0.018	0.0024	0.6169	1.1587	1.1695	Supercritico
		18.789	150.000	0.018	0.0375	1.0632	0.0798	0.1911	0.4631	0.1331	0.5989	0.029	19.11%	0.017	0.0024	0.6368	1.2416	1.2059	Supercritico
	A2	18.767	150.000	0.018	0.0375	1.0620	0.0799	0.1912	0.4633	0.1332	0.5990	0.029	19.12%	0.017	0.0024	0.6361	1.2391	1.2639	Supercritico
		17.529	150.000	0.018	0.0375	0.9919	0.0856	0.1977	0.4774	0.1397	0.6110	0.030	19.77%	0.018	0.0025	0.6061	1.1139	1.1798	Supercritico
		19.605	150.000	0.018	0.0375	1.1094	0.0765	0.1871	0.4542	0.1291	0.5912	0.028	18.71%	0.017	0.0023	0.6559	1.3258	1.2627	Supercritico
		30.797	150.000	0.018	0.0375	1.7428	0.0487	0.1501	0.3723	0.0960	0.5173	0.023	15.01%	0.014	0.0017	0.9015	2.6817	1.9932	Supercritico
		17.764	150.000	0.018	0.0375	1.0052	0.0844	0.1963	0.4747	0.1384	0.6086	0.029	19.63%	0.018	0.0024	0.6118	1.1376	1.1782	Supercritico
		21.871	150.000	0.018	0.0375	1.2377	0.0686	0.1774	0.4327	0.1197	0.5727	0.027	17.74%	0.016	0.0021	0.7088	1.5719	1.4025	Supercritico
		39.257	150.000	0.018	0.0375	2.2215	0.0382	0.1335	0.3337	0.0795	0.4810	0.020	13.35%	0.013	0.0014	1.0685	3.9056	2.3649	Supercritico
		18.638	150.000	0.018	0.0375	1.0547	0.0805	0.1919	0.4648	0.1339	0.5998	0.029	19.19%	0.017	0.0024	0.6326	1.2262	1.2279	Supercritico
		19.029	150.000	0.018	0.0375	1.0768	0.0788	0.1899	0.4607	0.1319	0.5968	0.028	18.99%	0.017	0.0023	0.6426	1.2668	1.1746	Supercritico
		40.125	150.000	0.018	0.0375	2.2706	0.0374	0.1322	0.3304	0.0782	0.4783	0.020	13.22%	0.012	0.0014	1.0860	4.0398	2.5986	Supercritico
		26.077	150.000	0.018	0.0375	1.4757	0.0575	0.1627	0.4004	0.1057	0.5434	0.024	16.27%	0.015	0.0019	0.8019	2.0678	1.6669	Supercritico
		18.324	150.000	0.018	0.0375	1.0369	0.0819	0.1935	0.4681	0.1355	0.6031	0.029	19.35%	0.018	0.0024	0.6254	1.1936	1.2115	Supercritico
		24.289	150.000	0.018	0.0375	1.3744	0.0618	0.1685	0.4133	0.1115	0.5551	0.025	16.85%	0.015	0.0020	0.7630	1.8516	1.5584	Supercritico
		26.312	150.000	0.018	0.0375	1.4890	0.0570	0.1620	0.3990	0.1050	0.5420	0.024	16.20%	0.015	0.0019	0.8070	2.0979	1.5852	Supercritico
	25.617	150.000	0.018	0.0375	1.4496	0.0586	0.1643	0.4037	0.1073	0.5465	0.025	16.43%	0.015	0.0019	0.7922	2.0119	1.6721	Supercritico	
	A3	41.217	150.000	0.018	0.0375	2.3324	0.0364	0.1305	0.3262	0.0765	0.4742	0.020	13.05%	0.012	0.0014	1.1060	4.2084	2.4759	Supercritico
		19.083	150.000	0.018	0.0375	1.0799	0.0786	0.1896	0.4601	0.1316	0.5963	0.028	18.96%	0.017	0.0023	0.6439	1.2724	1.2325	Supercritico
		18.471	150.000	0.018	0.0375	1.0452	0.0812	0.1927	0.4664	0.1347	0.6014	0.029	19.27%	0.017	0.0024	0.6286	1.2084	1.2112	Supercritico
		19.467	150.000	0.018	0.0375	1.1016	0.0771	0.1879	0.4558	0.1299	0.5927	0.028	18.79%	0.017	0.0023	0.6529	1.3117	1.1386	Supercritico
		40.476	150.000	0.018	0.0375	2.2904	0.0371	0.1317	0.3292	0.0777	0.4772	0.020	13.17%	0.012	0.0014	1.0930	4.0957	2.2511	Supercritico
		18.973	150.000	0.018	0.0375	1.0736	0.0791	0.1902	0.4615	0.1322	0.5974	0.029	19.02%	0.017	0.0023	0.6414	1.2616	1.1437	Supercritico
		30.959	150.000	0.018	0.0375	1.7519	0.0485	0.1499	0.3710	0.0930	0.5169	0.022	14.99%	0.014	0.0016	0.9056	2.7005	1.9184	Supercritico
		49.535	150.000	0.018	0.0375	2.8031	0.0303	0.1185	0.2984	0.0665	0.4464	0.018	11.85%	0.011	0.0012	1.2513	5.5606	3.0848	Supercritico
		18.243	150.000	0.018	0.0375	1.0323	0.0822	0.0939	0.4689	0.1358	0.6040	0.014	9.39%	0.018	0.0024	0.6235	1.1851	1.1856	Supercritico
		34.664	150.000	0.018	0.0375	1.9616	0.0433	0.1418	0.3527	0.0868	0.4996	0.021	14.18%	0.013	0.0015	0.9800	3.2185	2.2115	Supercritico
		23.127	150.000	0.018	0.0375	1.3087	0.0649	0.1726	0.4226	0.1179	0.5633	0.026	17.26%	0.016	0.0021	0.7372	1.7165	1.4658	Supercritico
		17.684	150.000	0.018	0.0375	1.0007	0.0848	0.1968	0.4756	0.1388	0.6094	0.030	19.68%	0.018	0.0025	0.6098	1.1295	1.1163	Supercritico
		28.018	150.000	0.018	0.0375	1.5855	0.0535	0.1571	0.3879	0.1006	0.5319	0.024	15.71%	0.015	0.0018	0.8433	2.3124	1.7066	Supercritico
		18.012	150.000	0.018	0.0375	1.0193	0.1159	0.2300	0.5460	0.1759	0.6679	0.035	23.00%	0.020	0.0031	0.6808	1.3453	1.1588	Supercritico

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

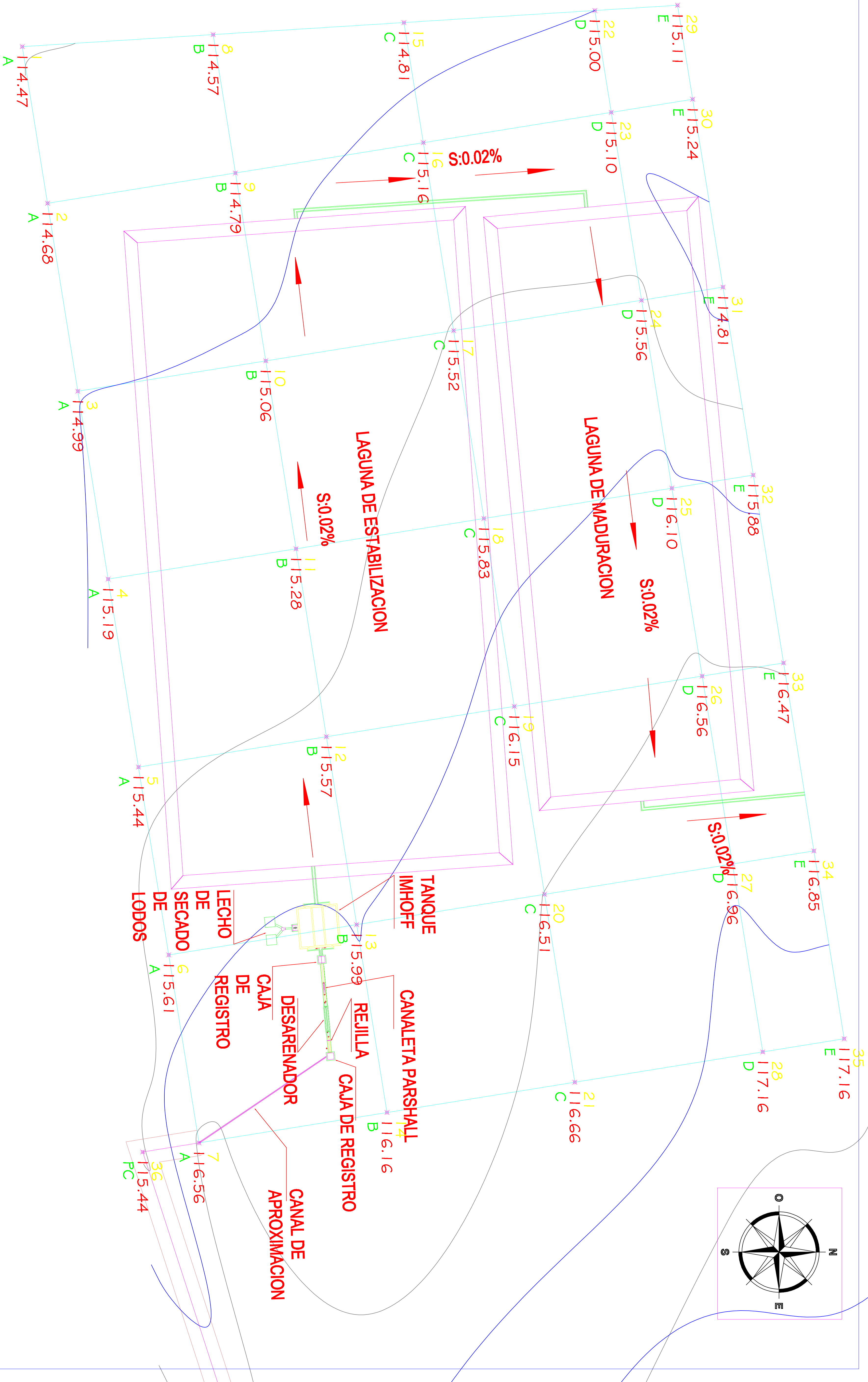
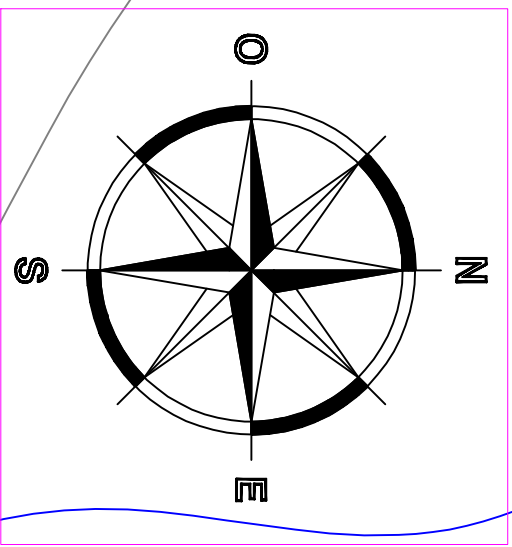
COLECTORA	SUB-COLECTORA	CONDICION DE TUBO LLENO					RELACIONES DE CAUDALES					VALORES DE PARAMETRO							
		Qlleno	DIAMETRO	AREA	RH	V	q/Q	y/D	r/R	a/A	v/V	y		r	a	v	τ	F	
		l/s	Milimetros	Metros2	Metros	m/s						Metro		Metro	Metro	m/s	Pascal		
Columna 1	Columna 2	Col. 23	Col. 24	Col. 25	Col. 26	Col. 27	Col. 28	Col. 29	Col. 30	Col. 31	Col. 32	Col. 33	Col. 34	Col. 35	Col. 36	Col. 37	Col. 38	Col. 39	
	A4	49.317	150.000	0.018	0.0375	2.7908	0.0304	0.1513	0.3746	0.0953	0.5196	0.023	15.13%	0.014	0.0017	1.4501	6.9191	2.8882	Supercritico
		35.866	150.000	0.018	0.0375	2.0296	0.0418	0.1395	0.3478	0.0845	0.4940	0.021	13.95%	0.013	0.0015	1.0026	3.3976	2.1147	Supercritico
		18.752	150.000	0.018	0.0375	1.0611	0.0800	0.1913	0.4636	0.1333	0.5989	0.029	19.13%	0.017	0.0024	0.6355	1.2380	1.2059	Supercritico
		48.086	150.000	0.018	0.0375	2.7211	0.0312	0.1211	0.3047	0.0691	0.4527	0.018	12.11%	0.011	0.0012	1.2318	5.3505	2.9632	Supercritico
		44.670	150.000	0.018	0.0375	2.5278	0.0336	0.1255	0.3148	0.0725	0.4628	0.019	12.55%	0.012	0.0013	1.1699	4.7704	2.7841	Supercritico
		35.984	150.000	0.018	0.0375	2.0363	0.0417	0.1393	0.3473	0.0843	0.4937	0.021	13.93%	0.013	0.0015	1.0053	3.4152	2.1843	Supercritico
		58.035	150.000	0.018	0.0375	3.2841	0.0258	0.1514	0.3748	0.0954	0.5198	0.023	15.14%	0.014	0.0017	1.7071	9.5866	3.6901	Supercritico
		50.860	150.000	0.018	0.0375	2.8781	0.0295	0.1561	0.3853	0.1001	0.5293	0.023	15.61%	0.014	0.0018	1.5234	7.5689	3.0111	Supercritico
		17.836	150.000	0.018	0.0375	1.0093	0.1709	0.2713	0.6454	0.2287	0.7465	0.041	27.13%	0.024	0.0040	0.7534	1.5592	1.1866	Supercritico
		19.148	151.000	0.018	0.0378	1.0692	0.0783	0.1893	0.4593	0.1313	0.5956	0.029	18.93%	0.017	0.0024	0.6368	1.2425	1.1866	Supercritico
	A5	18.119	150.000	0.018	0.0375	1.0253	0.2044	0.3067	0.6964	0.2601	0.7857	0.046	30.67%	0.026	0.0046	0.8056	1.7362	1.2334	Supercritico
		30.242	150.000	0.018	0.0375	1.7114	0.0496	0.1514	0.1331	0.0954	0.5198	0.023	15.14%	0.005	0.0017	0.8896	0.9245	1.8774	Supercritico
		49.121	150.000	0.018	0.0375	2.7797	0.0305	0.1198	0.3015	0.0678	0.4495	0.018	11.98%	0.011	0.0012	1.2495	5.5247	2.4390	Supercritico
		22.185	150.000	0.018	0.0375	1.2554	0.0676	0.1761	0.4303	0.1191	0.5703	0.026	17.61%	0.016	0.0021	0.7159	1.6083	1.4443	Supercritico
		39.801	150.000	0.018	0.0375	2.2523	0.0377	0.1327	0.3317	0.0787	0.4795	0.020	13.27%	0.012	0.0014	1.0800	3.9904	2.3958	Supercritico
	A6	18.699	150.000	0.018	0.0375	1.0581	0.0802	0.1915	0.4641	0.1335	0.5993	0.029	19.15%	0.017	0.0024	0.6341	1.2323	1.1853	Supercritico
		41.540	150.000	0.018	0.0375	2.3507	0.0361	0.1300	0.3250	0.0760	0.4730	0.020	13.00%	0.012	0.0013	1.1119	4.2589	2.4242	Supercritico
		38.535	150.000	0.018	0.0375	2.1806	0.0389	0.1347	0.3363	0.0807	0.4833	0.020	13.47%	0.013	0.0014	1.0539	3.7925	2.3265	Supercritico
		43.453	150.000	0.018	0.0375	2.4589	0.0345	0.1271	0.3187	0.0741	0.4662	0.019	12.71%	0.012	0.0013	1.1463	4.5699	2.3958	Supercritico
		18.250	150.000	0.018	0.0375	1.0328	0.0822	0.1939	0.4688	0.1359	0.6038	0.029	19.39%	0.018	0.0024	0.6236	1.1858	1.2115	Supercritico
		18.167	150.000	0.018	0.0375	1.0281	0.0826	0.1943	0.4698	0.1363	0.6047	0.029	19.43%	0.018	0.0024	0.6217	1.1776	1.2033	Supercritico
		39.894	150.000	0.018	0.0375	2.2575	0.0376	0.1325	0.3312	0.0785	0.4790	0.020	13.25%	0.012	0.0014	1.0814	4.0031	2.4520	Supercritico
		24.962	150.000	0.018	0.0375	1.4126	0.0601	0.1663	0.4085	0.1093	0.5505	0.025	16.63%	0.015	0.0019	0.7776	1.9331	1.6111	Supercritico
		44.290	150.000	0.018	0.0375	2.5063	0.0339	0.1260	0.3160	0.0730	0.4640	0.019	12.60%	0.012	0.0013	1.1629	4.7075	2.7620	Supercritico
		47.534	150.000	0.018	0.0375	2.6899	0.0316	0.1218	0.3065	0.0698	0.4563	0.018	12.18%	0.011	0.0012	1.2274	5.2593	2.9510	Supercritico
		33.079	150.000	0.018	0.0375	1.8719	0.0453	0.1449	0.3598	0.0895	0.5034	0.022	14.49%	0.013	0.0016	0.9423	2.9899	2.1051	Supercritico
		51.090	150.000	0.018	0.0375	2.8911	0.0294	0.1574	0.3886	0.1007	0.5326	0.024	15.74%	0.015	0.0018	1.5398	7.7029	3.2511	Supercritico
		44.347	150.000	0.018	0.0375	2.5095	0.0338	0.3156	0.1942	0.0728	0.4636	0.047	31.56%	0.007	0.0013	1.1634	2.9005	2.8377	Supercritico
		18.187	150.000	0.018	0.0375	1.0292	0.2263	0.3234	0.7268	0.2801	0.8075	0.049	32.34%	0.027	0.0049	0.8311	1.8257	1.2746	Supercritico
		18.353	150.000	0.018	0.0375	1.0386	0.2359	0.3305	0.7398	0.2885	0.8178	0.050	33.05%	0.028	0.0051	0.8493	1.8924	1.2722	Supercritico
		17.719	150.000	0.018	0.0375	1.0027	0.3348	0.3986	0.8549	0.3719	0.9006	0.060	39.86%	0.032	0.0066	0.9030	2.0383	1.2210	Supercritico
		18.068	150.000	0.018	0.0375	1.0225	0.3389	0.4012	0.8588	0.3752	0.9032	0.060	40.12%	0.032	0.0066	0.9235	2.1292	1.2384	Supercritico
		17.925	150.000	0.018	0.0375	1.0143	0.3507	0.4088	0.8707	0.3848	0.9118	0.061	40.88%	0.033	0.0068	0.9249	2.1245	1.2163	Supercritico
		24.693	150.000	0.018	0.0375	1.3973	0.2600	0.3479	0.7699	0.3089	0.8399	0.052	34.79%	0.029	0.0055	1.1736	3.5650	1.6225	Supercritico
	B1	45.233	150.000	0.018	0.0375	2.5597	0.0332	0.1248	0.3131	0.0718	0.4611	0.019	12.48%	0.012	0.0013	1.1803	4.8650	2.5679	Supercritico
		29.029	150.000	0.018	0.0375	1.6427	0.0517	0.1546	0.3821	0.0986	0.4690	0.023	15.46%	0.014	0.0017	0.7704	2.4453	1.7365	Supercritico
26.580		151.000	0.018	0.0378	1.4842	0.0564	0.1612	0.3970	0.1042	0.5404	0.024	16.12%	0.015	0.0019	0.8021	2.0695	1.6383	Supercritico	
40.912		150.000	0.018	0.0375	2.3151	0.0367	0.1310	0.3275	0.0770	0.4755	0.020	13.10%	0.012	0.0014	1.1008	4.1629	2.4594	Supercritico	
35.225		150.000	0.018	0.0375	1.9933	0.0426	0.1408	0.3505	0.0858	0.4969	0.021	14.08%	0.013	0.0015	0.9905	3.3028	1.9743	Supercritico	
36.376		151.000	0.018	0.0378	2.0313	0.0412	0.1385	0.3452	0.0835	0.4920	0.021	13.85%	0.013	0.0015	0.9994	3.3705	2.2485	Supercritico	
31.493		150.000	0.018	0.0375	1.7821	0.0476	0.1485	0.3682	0.0925	0.5139	0.022	14.85%	0.014	0.0016	0.9158	2.7733	1.6896	Supercritico	
29.936		150.000	0.018	0.0375	1.6940	0.0501	0.1521	0.3764	0.0961	0.5213	0.023	15.21%	0.014	0.0017	0.8831	2.5616	1.8152	Supercritico	
B2		23.414	150.000	0.018	0.0375	1.3250	0.0641	0.1716	0.4202	0.1146	0.5612	0.026	17.16%	0.016	0.0020	0.7436	1.7494	1.5038	Supercritico
		33.234	150.000	0.018	0.0375	1.8807	0.0451	0.1446	0.3592	0.0893	0.5052	0.022	14.46%	0.013	0.0016	0.9501	3.0129	2.1003	Supercritico
	47.480	150.000	0.018	0.0375	2.6868	0.0316	0.1218	0.3065	0.0698	0.4545	0.018	12.18%	0.011	0.0012	1.2212	5.2474	2.9067	Supercritico	
		18.565	150.000	0.018	0.0375	1.0506	0.0808	0.1922	0.4655	0.1342	0.6005	0.029	19.22%	0.017	0.0024	0.6309	1.2185	1.1450	Supercritico

Propuesta de Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad de San Pablo, Municipio de San Rafael del Sur, Managua

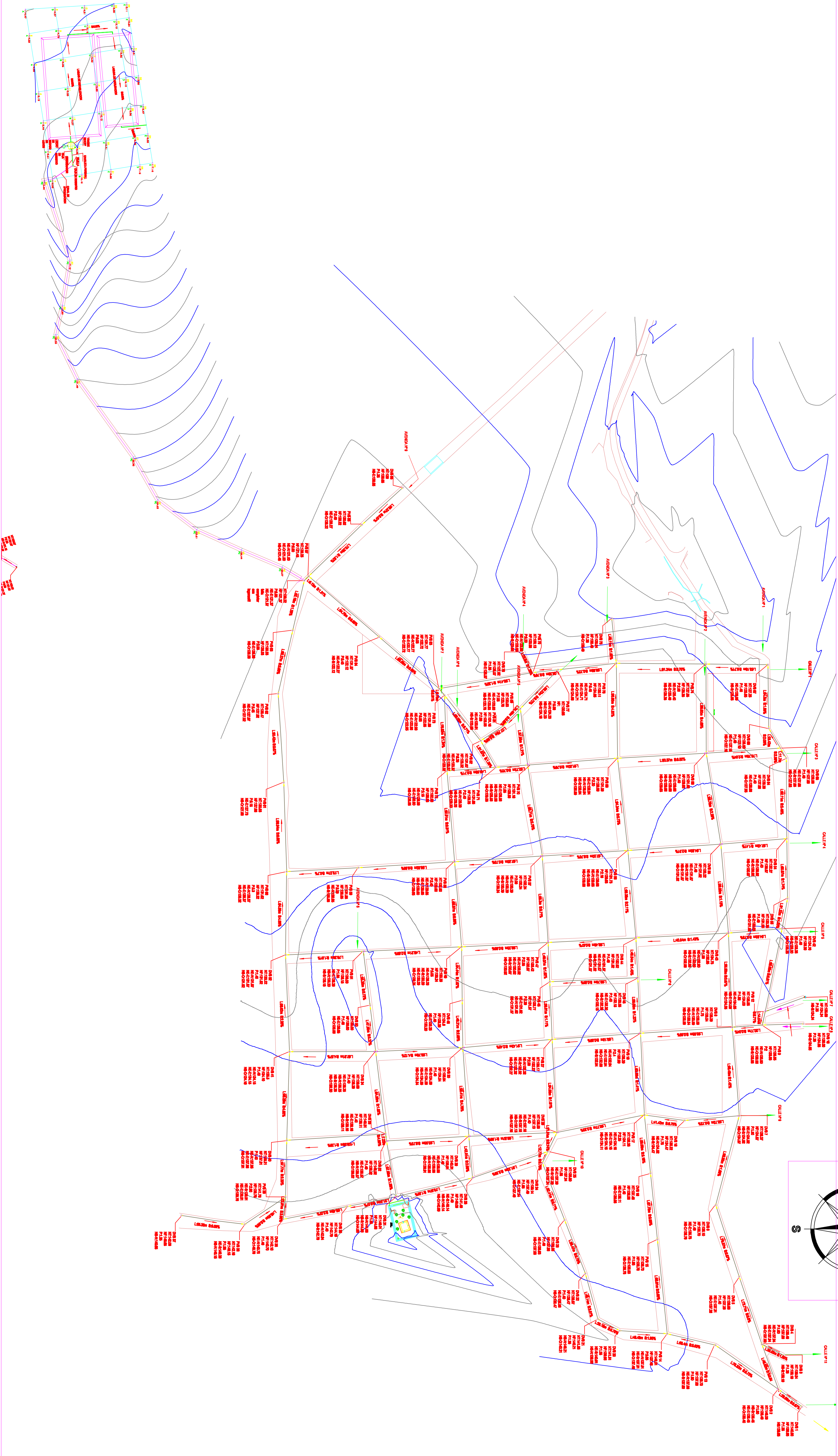
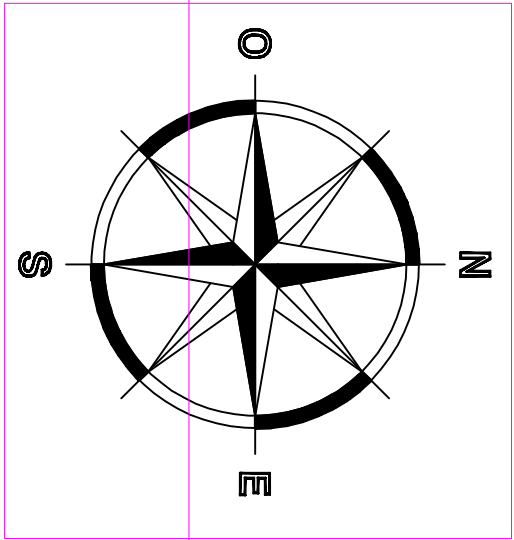
COLECTORA	SUB-COLECTORA	CONDICION DE TUBO LLENO					RELACIONES DE CAUDALES					VALORES DE PARAMETRO							
		Qlleno	DIAMETRO	AREA	RH	V	q/Q	y/D	r/R	a/A	v/V	y		r	a	v	τ	F	
		l/s	Milimetros	Metros2	Metros	m/s						Metro		Metro	Metro	m/s	Pascal		
Columna 1	Columna 2	Col. 23	Col. 24	Col. 25	Col. 26	Col. 27	Col. 28	Col. 29	Col. 30	Col. 31	Col. 32	Col. 33	Col. 34	Col. 35	Col. 36	Col. 37	Col. 38	Col. 39	
B	B3	31.989	150.000	0.018	0.0375	1.8102	0.0469	0.1474	0.3655	0.0914	0.5115	0.022	14.74%	0.014	0.0016	0.9259	2.8403	2.0390	Supercritico
		33.432	150.000	0.018	0.0375	1.8918	0.0449	0.1443	0.3586	0.0891	0.5046	0.022	14.43%	0.013	0.0016	0.9546	3.0438	2.1266	Supercritico
		18.694	151.000	0.018	0.0378	1.0439	0.0802	0.1915	0.4640	0.1335	0.5993	0.029	19.15%	0.018	0.0024	0.6256	1.1964	1.2332	Supercritico
		18.813	150.000	0.018	0.0375	1.0646	0.0797	0.1909	0.4629	0.1329	0.5984	0.029	19.09%	0.017	0.0023	0.6371	1.2442	1.2439	Supercritico
		19.906	150.000	0.018	0.0375	1.1265	0.0754	0.1858	0.4515	0.1278	0.5885	0.028	18.58%	0.017	0.0023	0.6629	1.3587	1.3133	Supercritico
		18.362	150.000	0.018	0.0375	1.0391	0.0817	0.1927	0.4664	0.1347	0.6014	0.029	19.27%	0.017	0.0024	0.6249	1.1942	1.2450	Supercritico
		45.746	150.000	0.018	0.0375	2.5887	0.0328	0.1242	0.3114	0.0712	0.4594	0.019	12.42%	0.012	0.0013	1.1892	4.9489	2.8635	Supercritico
		27.999	150.000	0.018	0.0375	1.5844	0.0536	0.1573	0.3882	0.1006	0.5322	0.024	15.73%	0.015	0.0018	0.8432	2.3111	1.7640	Supercritico
	B4	18.424	150.000	0.018	0.0375	1.0426	0.0814	0.1929	0.4669	0.1349	0.6019	0.029	19.29%	0.018	0.0024	0.6275	1.2036	1.2197	Supercritico
		18.581	150.000	0.018	0.0375	1.0515	0.0807	0.1921	0.4652	0.1341	0.6002	0.029	19.21%	0.017	0.0024	0.6311	1.2198	1.2199	Supercritico
		18.461	150.000	0.018	0.0375	1.0447	0.0813	0.1928	0.4666	0.1348	0.6016	0.029	19.28%	0.017	0.0024	0.6285	1.2077	1.2197	Supercritico
		24.198	150.000	0.018	0.0375	1.3693	0.0620	0.1688	0.4140	0.1118	0.5556	0.025	16.88%	0.016	0.0020	0.7608	1.8410	1.4902	Supercritico
		18.723	150.000	0.018	0.0375	1.0595	0.0801	0.1914	0.4638	0.1334	0.8109	0.029	19.14%	0.017	0.0024	0.8591	1.2347	1.1707	Supercritico
		18.671	150.000	0.018	0.0375	1.0566	0.0956	0.2084	0.5001	0.1517	0.6307	0.031	20.84%	0.019	0.0027	0.6664	1.3240	1.1525	Supercritico
		19.191	150.000	0.018	0.0375	1.0860	0.0935	0.2062	0.4954	0.1492	0.6264	0.031	20.62%	0.019	0.0026	0.6802	1.3855	1.0687	Supercritico
		24.397	150.000	0.018	0.0375	1.3806	0.0615	0.1681	0.4123	0.1111	0.5543	0.025	16.81%	0.015	0.0020	0.7653	1.8637	1.4065	Supercritico
		18.332	150.000	0.018	0.0375	1.0374	0.0818	0.1934	0.4678	0.1354	0.6028	0.029	19.34%	0.018	0.0024	0.6253	1.1939	1.0209	Supercritico
		18.199	150.000	0.018	0.0375	1.0299	0.0824	0.1941	0.4693	0.1361	0.6042	0.029	19.41%	0.018	0.0024	0.6222	1.1804	1.0684	Supercritico
		18.443	150.000	0.018	0.0375	1.0437	0.0813	0.1928	0.4666	0.1348	0.6016	0.029	19.28%	0.017	0.0024	0.6279	1.2054	1.0828	Supercritico
		25.842	150.000	0.018	0.0375	1.4623	0.0580	0.1634	0.4019	0.1064	0.5449	0.025	16.34%	0.015	0.0019	0.7968	2.0382	1.4836	Supercritico
		19.764	150.000	0.018	0.0375	1.1184	0.0759	0.1864	0.4527	0.1284	0.5897	0.028	18.64%	0.017	0.0023	0.6595	1.3430	1.3328	Supercritico
		18.483	150.000	0.018	0.0375	1.0459	0.0812	0.1927	0.4664	0.1347	0.6014	0.029	19.27%	0.017	0.0024	0.6290	1.2100	1.1631	Supercritico
		18.552	150.000	0.018	0.0375	1.0498	0.0809	0.1923	0.4657	0.1343	0.6007	0.029	19.23%	0.017	0.0024	0.6306	1.2173	1.1450	Supercritico
		24.496	150.000	0.018	0.0375	1.3862	0.0612	0.1677	0.4115	0.1107	0.5535	0.025	16.77%	0.015	0.0020	0.7673	1.8752	1.5702	Supercritico
		20.998	150.000	0.018	0.0375	1.1883	0.0714	0.1809	0.4408	0.1229	0.5788	0.027	18.09%	0.017	0.0022	0.6878	1.4760	1.1606	Supercritico
		24.130	150.000	0.018	0.0375	1.3655	0.0772	0.1876	0.4552	0.1296	0.5922	0.028	18.76%	0.017	0.0023	0.8086	2.0128	1.4845	Supercritico
		18.173	150.000	0.018	0.0375	1.0284	0.1511	0.2624	0.6109	0.2094	0.7206	0.039	26.24%	0.023	0.0037	0.7410	1.5322	1.2428	Supercritico
		17.791	150.000	0.018	0.0375	1.0068	0.1646	0.2742	0.6343	0.2223	0.7382	0.041	27.42%	0.024	0.0039	0.7432	1.5247	1.2168	Supercritico
C	C1	18.061	150.000	0.018	0.0375	1.0221	0.0830	0.1948	0.4709	0.1368	0.6056	0.029	19.48%	0.018	0.0024	0.6190	1.1666	1.1875	Supercritico
		27.999	150.000	0.018	0.0375	1.5844	0.0536	0.1573	0.3882	0.1006	0.5322	0.111	15.73%	0.015	0.0018	0.8432	2.3111	1.8031	Supercritico
		25.130	150.000	0.018	0.0375	1.4221	0.1252	0.2388	0.5635	0.1831	0.6821	0.036	23.88%	0.021	0.0032	0.9700	2.7026	1.3762	Supercritico
EMISARIO FINAL		20.974	150.000	0.018	0.0375	1.1869	0.4561	0.4739	0.9659	0.4669	0.9769	0.071	47.39%	0.036	0.0083	1.1595	3.2270	1.5780	Supercritico
		20.591	150.000	0.018	0.0375	1.1439	0.4646	0.4790	0.9725	0.4735	0.9820	0.072	47.90%	0.036	0.0085	1.1233	3.0180	1.5096	Supercritico
		19.534	150.000	0.018	0.0375	1.0852	0.4897	0.4940	0.9919	0.4919	0.9949	0.074	49.40%	0.037	0.0089	1.0797	2.7704	1.4274	Supercritico
		18.204	150.000	0.018	0.0375	1.0113	0.5255	0.5150	1.0180	0.5190	1.0125	0.077	51.50%	0.038	0.0093	1.0239	2.4692	1.3175	Supercritico
		20.779	150.000	0.018	0.0375	1.1544	0.4604	0.4765	0.9695	0.4698	0.9795	0.071	47.65%	0.036	0.0085	1.1307	3.0641	1.5294	Supercritico
		22.344	150.000	0.018	0.0375	1.2644	0.4281	0.457	0.9425	0.4456	0.961	0.069	45.70%	0.035	0.0079	1.2151	3.5734	1.6888	Supercritico
		21.175	150.000	0.018	0.0375	1.1764	0.4518	0.4713	0.962	0.4633	0.9743	0.071	47.13%	0.036	0.0083	1.1461	3.1572	1.5587	Supercritico
		29.717	150.000	0.018	0.0375	1.6510	0.3219	0.3901	0.8412	0.3612	0.8911	0.059	39.01%	0.032	0.0065	1.4712	5.4377	2.2472	Supercritico
		39.525	150.000	0.018	0.0375	2.1959	0.2420	0.335	0.7475	0.294	0.8235	0.050	33.50%	0.028	0.0053	1.8083	8.5477	3.0142	Supercritico
		30.784	150.000	0.018	0.0375	1.7102	0.3107	0.3827	0.8291	0.3526	0.8827	0.057	38.27%	0.031	0.0063	1.5096	5.7510	2.3324	Supercritico
		26.438	150.000	0.018	0.0375	1.4961	0.3618	0.4159	0.8818	0.3938	0.9198	0.062	41.59%	0.033	0.0070	1.3761	4.6809	2.0218	Supercritico



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN - MANAGUA		PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030		CONJUNTO: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR		DEPARTAMENTO: MANAGUA	DESIGNADO POR: RAFAEL BLANDON PEREZ	REVISADO POR: ING. REY RODRIGUEZ ING. REY GONZALEZ	FECHA: 3	DE: 11
		PLANTA DE TRATAMIENTO (CONJUNTO)		CONTENIDO:			APROBADO POR: ING. REY RODRIGUEZ RAFAEL BLANDON	FECHA: 4	DE: 11	

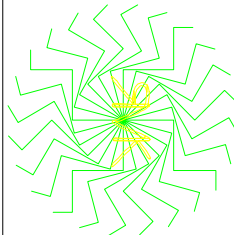


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN - MANAGUA		PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030		CONJUNTO: SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR		DEPARTAMENTO: MANAGUA	DESARROLLADO POR: RAFAEL BLANDON PEREZ	REVISADO POR: ING. REY RODRIGUEZ ING. REY GONZALEZ	FECHA: 3	DE: 11
				CONTENIDO: PLANTA DE TRATAMIENTO (CONJUNTO)			APROBADO POR: ING. REY RODRIGUEZ RAFAEL BLANDON	FECHA: 4	DE: 11	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN - MANAGUA



PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD DE SAN PABLO, MUNICIPIO DE SAN RAFAEL DEL SUR MANAGUA, CON PERIODO DE DISEÑO ENERO 2010 - ENERO 2030

CONTINUIDAD:		DEPARTAMENTO:		DISEÑO POR:		REVISADO POR:		FOJA:		DE:	
SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR		MANAGUA		INGA VIVASCA BARROSA		ING. WILBER FRIEZ		1		II	
PLANO GENERAL TOPOGRAFICO, PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA DE LA COMUNIDAD DE SAN PABLO, SAN RAFAEL DEL SUR		RAFAEL ARTURO DIAZON		ING. FREDY RODRIGUEZ		ESCUELA		CONSEJO:		2	
		MARA JOSE WILIA		ING. FREDY RODRIGUEZ		ESCUELA		CONSEJO:		2	
		MARA JOSE WILIA		ING. FREDY RODRIGUEZ		ESCUELA		CONSEJO:		2	
								TOTAL:		JUNIO 2011	